

商工会館・調査研究事業：

平成 26 年度「産業と技術の比較研究」報告書
「社会インフラの国際競争力」

2015 年 5 月 23 日

「産業と技術の比較」研究会

児玉 文雄 東京大学名誉教授（委員会座長）

岡松 壯三郎（一財）商工会館理事長

柴田 友厚 東北大学大学院教授

鈴木 潤 政策研究大学院大学教授

藤盛 紀明 NPO 国際建設技術情報研究所理事長

加納信吾 東京大学大学院准教授

馬場康志 朝日新聞社・製作本部

第1章 はじめに

本年度の調査では、社会インフラの中で、高速鉄道を中心に取り上げ、その輸出競争力について、インタビューや台湾への海外視察をもとに、今後の分析のために概念整理を行った。主な結論を要約する。社会インフラの国際戦略は、B2C、B2Bではなく、B2P(Public)というコンセプトでの位置づけが必要となる。IT システムの輸出戦略としては、従来は日本の「弱み」といわれた「カスタム・ソフト」を、海外市場で戦う上での「強み」に変えることを分析すべきである。鉄道に関する共同出願特許の多くをコントロールしているJRが、バイドール法に則り、積極的に民間企業に承継させることが、国際事業展開に有益である。鉄道事業の海外展開に向けたパッケージ戦略について、調査した。その結果、フル・パッケージに必ずしもこだわるのではなく、相手国の事情に合わせて、柔軟にパッケージの仕方を変更するという「カスタマイズド・パッケージ戦略」を検討すべきと結論した。

平成 26 年度・「産業と技術の比較研究」

副題：「社会インフラの国際競争力」

報告書目次

1. はじめに
2. 産業競争力の現状分析（藤盛）
3. 社会インフラ関連 I T システムの輸出事例（馬場）
4. 鉄道インフラ輸出における競争条件（加納）
5. 特許データによる鉄道技術の競争力分析（鈴木）
6. 高速鉄道システムのアーキテクチャ分析ー台湾と英国の比較分析（柴田）
7. 社会インフラ輸出振興のための提言（担当：児玉）

添付資料：「台湾視察旅行報告」（岡松）

第2章 産業競争力の現状分析

2.1 概論

産業競争力分析のために産業の形態をB2C、B2B、B2P（Public 公共）に分類する。B2Cビジネスは一般消費者向けの商品大量生産、大量販売であるが、B2B、B2Pビジネスは特定発注者と契約で受注するいわゆる受注産業ビジネスである。一般市場における販売ビジネスと受注ビジネスでは経営戦略に大きな違いがある。B2B、B2Pでは“2.6 建設産業”図2.10で示すように技術は受注の重要要素であるが、金融、土地、人脈、トップ営業など総合的な活動が必要である。B2Pビジネスでは政治、国際情勢などB2Bビジネスより幅広い要素が関与する。技術経営（MOT）論ではB2Cビジネスに関する議論は多いが、B2B、B2Pの受注産業に関する論議は少ない。本調査研究のテーマである鉄道輸出は典型的なB2B、B2Pビジネス（受注産業）である。B2B、B2Pビジネスの特性を明確にするためにB2C産業も取り上げて議論する。B2C産業では、明暗の分かれている電子産業と自動車産業を取り上げる。B2P産業である鉄道輸出との対比として、同様なB2B、B2P産業である建設業を取り上げる。

本分析では異業種交流会：未来技術研究会（文献1）での研究報告を参考・引用した。その多くは未公開発表であるが、引用した図表には発表者名を記した。西村吉雄の文献2も参考・引用した。鉄道輸出については本研究会で講演された日立製作所 交通システム社 鈴木學技監の「イギリスへの鉄道輸出」を参考にした。

本論にて参考、引用した未来技術研究会での発表は以下である。

- 1) 電子立国はなぜ凋落したか：西村吉雄
- 2) 電子立国は、なぜ凋落したか 追加コメント：西村吉雄
- 3) 自動車産業の特徴：加藤 廣
- 4) 電子産業の凋落について、事務機器業界から考える：飯沢篤志

2.2 電子産業

電子産業は自動車産業と並んで日本の主力産業であった。1990年から2000年までは両産業とも貿易収支は拮抗し7－8兆円の貿易黒字であった。しかしながら電子産業

の貿易収支は2000年から徐々に減少し2006年からは急速に悪化、2013年にはついに赤字に転落した（図2. 1）。

日本電子産業の軌跡

資料：経済産業省機械統計，財務省貿易統計

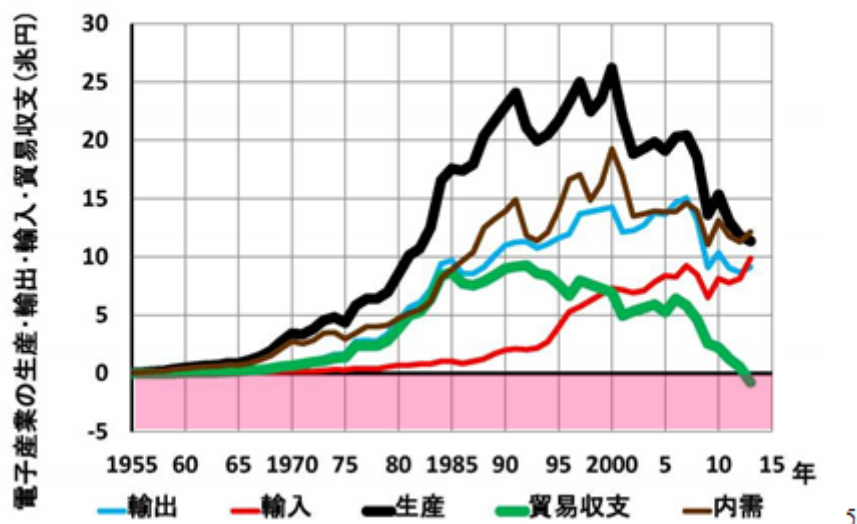
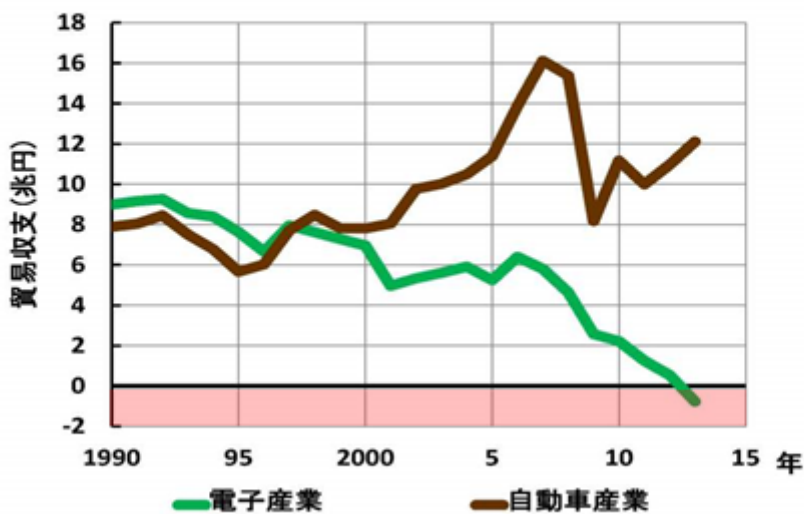


図2. 1 日本電子産業の貿易収支（西村吉雄）

一方自動車産業は2001年から急上昇し2007年には16兆円の貿易黒字を打ち出している。以後、やや黒字幅は減少したが2013年でも12兆円の貿易黒字を出している。（図2. 2）

電子産業と自動車産業の貿易収支

資料：財務省貿易統計



32

図 2. 2 B 2 C 産業である電子産業と自動車産業の比較

(西村吉雄)

新聞報道の時系列的変化もこの様子を良く物語っている。2011年6月7日の日経新聞は東芝とソニーが中小型液晶パネル事業を統合することを報道した。巨額投資を続ける韓国サムソン電子に対抗するためとあった。韓国・台湾の急迫を受けながらもまだまだ前向きな姿勢が認められた。しかしながら2012年2月3日の新聞各紙はソニー問題を大きく報じた。ソニーの3月期連結決算が2200億円の赤字になる見通しで不採算事業は撤退し、選択と集中を行うとした。翌2月4日にはパナソニックが過去最大の赤字7800億円になると報じられた。ソニーではテレビ事業が不振であることが上げられたが、パナソニックでもテレビ事業の不振が取り上げられた。シャープも2900億円の赤字転落となり58歳の奥田隆司氏が社長に就任すると報じられた。以後の報道を見ると「電機産業 興亡の岐路」「韓国勢に負けた日の丸半導体」「シャープ、台湾・鴻海が出資」「電機リストラ連鎖」「富士通、三重工場を売却」とある。11月2日の読売新聞はシャープ、パナソニック、ソニーの2012年9月中間連結決算で合計1兆1000億円を超える税引き後赤字を計上したと報じた。新聞の見出しは「脱テレビ 暗中模索」であった。2014年夏になり各社ようやく生き残りの明かりが見えてきたが白物家電は海外メーカーに席卷されつつある。日立、パナソニックは戦略をB2CからB2Bに切り替え勝ち組となった。

日本のパソコン事業はグローバル化に対応出来なかった。世界市場が大型汎用機から小型パソコンに転換しIBMのパソコンが世界標準になった。しかしながら日本では「日本語」が外国製パソコンの障壁となり、NECが開発したワープロ機能（高速日本語処理）を持つ「PC-9800シリーズ」が大ヒットとなり、圧倒的なシェアを獲得した。結果として日本では世界市場と異なる鎖国的なパソコン市場が形成された。1990年代の半ばにOS（オペレーティングソフト：基本ソフト）に「ウインドウズ」が登場し、インターネットの時代になり、世界のパソコンメーカーはグローバル化の中で激しい価格競争を繰り広げた。日本国内にも低価格パソコンが入り、低価格化競争が始まった。しかし日本企業は鎖国状態の高価格体制だったので、価格低下競争に対応出来ずに業績を急激に悪化させた。

西村は日本電子産業がグローバルな価格競争に勝てなかった理由の一つに垂直統合（上流から下流まで企業グループ内だけでやる）に固執したことが上げている。グローバル化したパソコン産業では、パソコンを構成する各要素：マイクロプロセッサ、ハードウェア、アプリケーションなどを専用に製作する企業が存在する。パソコンメーカーはこれらを世界中から調達して組み立てる。この仕組みで世界のパソコンメーカーが低価格を実現し、各要素の専用メーカーも躍進した。日本はこの流れに乗り遅れた。日本電子産業のグローバル競争力の問題の一つに過剰品質体制がある。製品の寿命が3年なのに部品の寿命が10年である必要はない。パソコン業界ではマイクロンやサムスンが寿命は短い低価格のDRAMを売り出して市場から日本企業を追い出した。更に重要な問題は半導体工場を持たないファブレスの設計会社の出現と、半導体製造サービスに特化したシリコン・ファウンド

リ（工場）の分業である。半導体売上で2013年では3位が台湾のフウアンドリ会社、4位がファブレスの米国の会社であり売り上げは急増している。1位、2位はインテル、サムスンの統合メーカーだが成長率はマイナスである。

日本企業は技術志向が極端に強く、大局的な経営観がなく、ランニングコストは気にするが原価償却のコスト意識が希薄であると言う問題がある。韓国半導体企業では、工場のクリーン化が未だ十分でなくともどんどん製造を始め、代りに フィルターはどんどん取り替えると聞く。日本企業は工場のクリーン化を十分行い、徐々に設備を搬入する。しかしその準備期間中にも原価償却コストが嵩む。

B2C産業の場合、技術はすぐ追いつかれ・真似される。代替技術が容易に創出され、水平分業による調達も容易になる。グローバル視点での経営戦略、時間軸を考慮した経営、コアコンピタンスを活用した産業転換などが必要である。

2. 3 自動車産業

世界の自動車生産台数の推移は日米欧のメーカーが上位を占めている（表2. 1）。韓国の現代自動車は2003年には下位に位置していたが2010年には4位を占めるようになった。中国の自動車メーカーは三菱の16位に次いで長安が17位にランクされている。

表1 世界の自動車メーカー生産台数（2010）国際自動車工業会

順位	企業グループ	国	合計	乗用車	小型商用車	大型商用車
1	トヨタ	日本	8,557,351	7,267,535	1,080,357	204,282
2	GM	アメリカ	8,476,192	6,266,959	2,197,629	1,175
3	フォルクスワーゲン	ドイツ	7,341,065	7,120,532	220,533	-
4	現代(ヒュンダイ)	韓国	7,341,065	7,120,532	220,533	-
5	フォード	アメリカ	4,988,031	2,958,507	1,962,734	66,790
6	日産	日本	3,982,162	3,142,126	768,833	71,203
7	ホンダ	日本	3,643,057	3,592,113	50,944	-

8	PSA・プジョーシトロエン	フランス	3,605,524	3,214,810	390,714	-
9	スズキ	日本	2,892,945	2,503,436	389,509	-
10	ルノー	フランス	2,716,286	2,395,876	320,410	-

未来技術研究会の報告では、中国の自動車メーカーは全てコピー製品である。その手法は
 1) コピー対象車種を分解し、部品3次元計測を行う。2) 3次元CADデータを作成する。
 3) プレス型、プレス機械を日本から購入する 4) 日本人技術者を採用し製造ラインを作る
 5) エンジンなど主要部品はサプライヤーから購入する。

新製品開発ではプラットフォームはそのままにして1) エンジンなどを3次元計測で内製化する
 2) 新スタイルのパネルを新設計する 3) 部品メーカーに電子部品、内装部品の新技術を要求する
 4) エンジンメーカー、ミッションメーカーに新製品を依頼する。韓国の自動車メーカーも同様な手法を30年間繰り返して現在に至っている。

業などである。いずれも成功したとは思われない。富士フィルムはコア技術（ナノ材料技術など）を活用して医薬品事業で成功を収めている。DOWAは複雑鉱石の精錬技術を活用して「都市鉱山」事業に成功している。企業が危機的状態に同じく加藤廣は以下を指摘している。

*日独メーカーの強みは

- 1) 材料―部品―製品を総合的に作ることが出来る
- 2) 商品企画―設計―生産―サービスまで内製化出来る

*自動車産業の国際競争力の基本は

- 1) エンジンで常に最先端を行く
- 2) 電子制御技術をノウハウとし、常に先端を行く
- 3) 現地に適し車生産のために設計、製造の現地化
- 4) EV, 燃料電池車、自動運転車などの新開発の継続

自動車産業はB 2 C産業である。B 2 C産業は一般にラジオ、テレビ、繊維のように追いつかれ、衰退するのが歴史的事実である。B 2 C産業が後発国に追いつかれないためには以下の戦略が必要である。

- 1) 新しい技術を開発し続ける
- 2) 特許化せずノウハウとして真似されない技術を持つ
- 3) 現地化を徹底する
- 4) 商品企画—設計—材料—部品—（組立）—販売—サービス

の総合力を持ち、対象国ごとに適切な組み合わせを行う

トヨタ自動車やホンダは過去に自動車以外の産業分野へ挑戦している。例えば住宅産業、環境産業、エネルギー産業、生活ロボット産において生き残りをかけて行う新産業進出と余裕のある状態で行う新産業進出では経営資源配分など情熱に差があると考えられる。

2. 4 事務機器（複写機）産業

複写機の発明者はイギリスのジェームズ・ワットと言われている。1779年のことでいわゆる謄写版で20世紀まで使用された。1951年にドイツでジアゾ式複写機と呼ばれる現在のようなコピー機が開発された。感光紙の性質を生かしたもので、現像液を塗る手間があり、湿った紙になるのが特徴で（湿式）、青い紙を使うことが多かったので、通称「青焼きと呼ばれていた。1938年現在のコピー機の主流のPPP複写機が、アメリカのチェスター・F・カーソンによって発明された。ゼログラフィと呼ばれる基本技術で、その後も改良が重ねられ、1959年、アメリカで世界初の事務用コピー機“商品名ゼロックス”が誕生した。1995年に理研光学工業（リコー）は、ジアゾ式国産複写機第1号「リコピー101」を発売した。1970年頃、コピーの基本特許が切れ、リコーやキヤノンなど多くのメーカーがPPCコピー機に参入し、国際競争が始まった。キヤノンは米国の特許切れ以前の1965年ころから独自の技術による複写機開発を始め、米国特許に抵触すること無しの複写機開発に成功した。以後リコー、キヤノン、コニカ・ミノルタ、シャープなどは独自の技術開発を続けグローバル競争に勝ち続けている。（図2. 3）

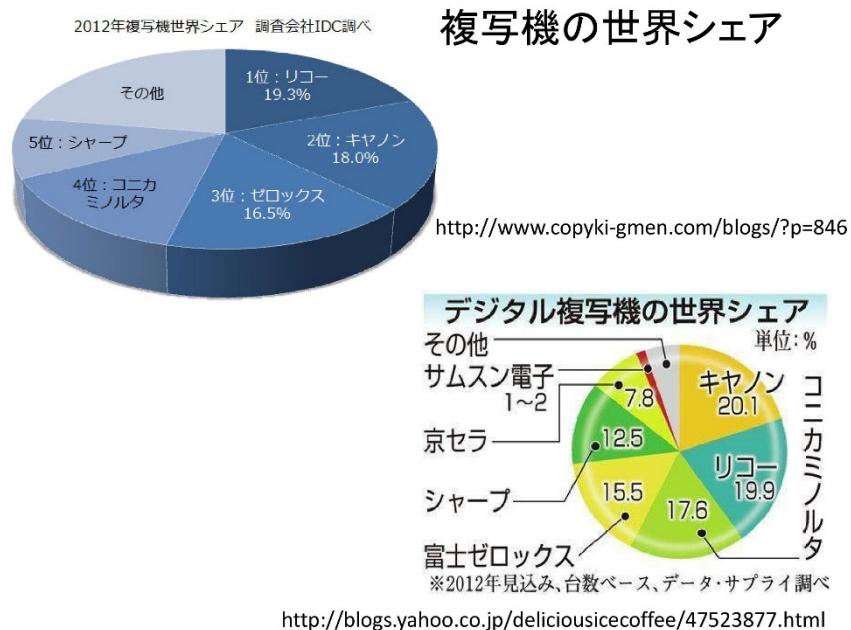


図2・3 2012年の複写機世界シェア (飯塚篤志)

リコーの飯塚篤志によれば日本の複写機がグローバル競争に勝ち続ける理由は以下である。

1. 微妙な調整技術
2. 紙搬送の高速・高精度化技術
3. 工学系技術
4. トナー、インクの材料技術・科学技術
5. 短時間でメンテナンスサービス出来る事業モデル
6. 日本と海外の戦略的棲み分け

7. M&Aによる海外販売網の確立

ただし最近では韓国企業が日本企業の退職者を雇用したり、引き抜いたりして、ノウハウ技術も流出の恐れがあるといわれている。

2. 5 鉄道産業

日本の鉄道は1872年の新橋・横浜間の鉄道に始まるがその主要部分は全て英国からの輸入である。蒸気機関車、電機機関車、ディーゼル機関車と順次発展し、東京オリンピック開催年1964年の新幹線・東京モノレールで画期を迎えた。日本の鉄道企業は川崎重工業、日立製作所など大手6社を中心に多くの企業が参画している。日立製作所の場合、1964年のみどりの窓口のコンピューターシステム、1972年の新幹線運行管理システム、1995年の新幹線統合管理システム、1996年の東京圏運行管理システム、2001年のSUICAとソフト分野も開発し輸送システム事業へも進出してきた。2014年には日立の鉄道ビジネスにおけるソフトシステム事業の売上は40%にもなっている。車両ビジネスは2004年には海外新幹線ビジネスへ乗り出している。海外への展開先は初めに述べた中国内陸部の重慶はじめ中国各地、アラブ首長国連邦、オーストラリア、シンガポール、韓国、台湾更には英国へと広がっている。

日立の鉄道ビジネスのグローバル化の象徴は英国鉄道への参入で、2000年から2002年の間に英国市場で2回応札し、失敗している。競争相手は当時世界の鉄道ビジネスのビック3と呼ばれていた独シーメンス、仏アルストム、加ボンバルディアで、2案件はシーメンスとボンバルディアに敗れた。敗因は1) 鉄道における日立ブランドの低さ 2) 英国の鉄道ビジネスに根を下ろす気があるかの疑問 3) 日本品質を英国で確保できるか 4) 英国の鉄道業界への理解不足 5) 鉄道のメンテナンスの能力への疑問 であった。そのために英国における各種セミナーへの参加、機材の英国における実証実験、現地社員の採用、JR東日本との連携(メンテ能力)などを行い2005年には英国のCLASS 395と言う車両174両の受注に成功した。

この受注には新幹線で培った車両の軽量化が大いに寄与した。英国では地上インフラ設備は別会社となっており、車両重量が軽いとこの会社への支払いが少なくてすむ。更には東京圏の列車運行管理システム、安全・安心のためのデジタルATCシステム(Automatic Train Control 自動列車制御装置)がキー技術として寄与した。この案件では納期遵守(英国では遅延が常態化)を行い、納期よりも6カ月早く営業に投入され、大いに話題となった。かつ2009年、2010年の記録的大雪の際、ユーロスター(英国とヨーロッパ大陸を結ぶ高速国際列車)などが運休となったが日立製造の車両は運行を確保し高い評価を得た。日立は過去2回の失敗に学んでブランド、品質、技術、現地化を確保して英国鉄道に成功した。

しかしながら海外ビック3も車両の軽量化、エコロジー化、欧州鉄道規格の制定などで巻き返しを図ってきている。中国も国内に高速鉄道網を急速に開業させている。高速車両の生

産は2005年から開始したが2015年には世界一位になっている。2012年には車両生産で中国の会社が1位、2位を占めるようになっており、日立も川重もトップ10には入っていない。日本の鉄道産業はグローバル未来戦略として「トータルソリューション」を目指しており、足りない分野補強のためのM&A、外国人経営者採用、事業本社海外移転を行いつつある。

日立を始めとする鉄道輸出の例を見れば、日本勢の強みは先ずはQ（品質）C（コスト）D（納期・工期）S（安全）とE（環境）である。更に当該案件分野での差別化できる技術の保有の他、トータルソリューション能力が必要である。今後の海外工事案件にはBOT方式が多くなる。グローバル戦略ではBOT・PPP・PFIの更なる研究が必須である。

2.6 建設産業

日本建設業の海外進出は日本軍の海外展開に応じて19世紀末に始まるが第二次世界戦争の終結とともに一時中断する。戦後東南アジア諸国への賠償工事で再び海外工事進出が始まった。1970年代以降は中東の各国のオイルマネーによる建設特需が発生し、アジア地域の受注を急激に伸ばした。オイルショック以降も中東地域の受注は伸び続けた。図2.4に示すように1980年代後半以降は日本企業の海外進出が始まり、その生産拠点建設需要が増大した。

ODA拡大もあり受注量も1兆円超えを継続した。バブル崩壊で一時停滞した日本企業の海外進出が1990年代に再度始まると建設需要も増大し1996年には1兆6千億円に達した。しかしその後1兆円程度の壁を乗り越えることが出来ないでいる（図2.4）。

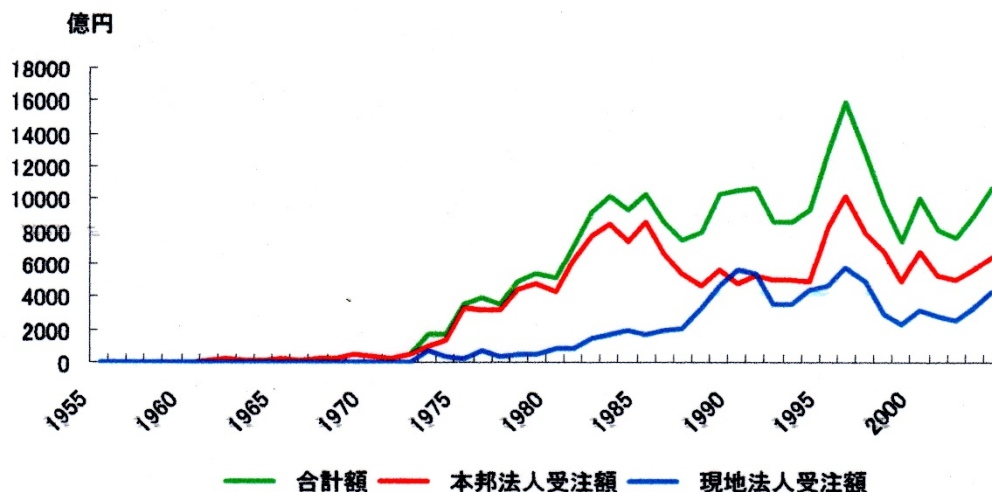


図2.4 日本建設業海外受注

(国土交通省：我が国建設業の海外展開戦略研究会)

2005年には日本の大手ゼネコンは世界の売り上げランキング10位以内に入っていた。但し欧米の企業海外の売上が比率高いが日本企業は10%程度である(図2.5)

2005年度世界建設業上位10社の海外事業比率

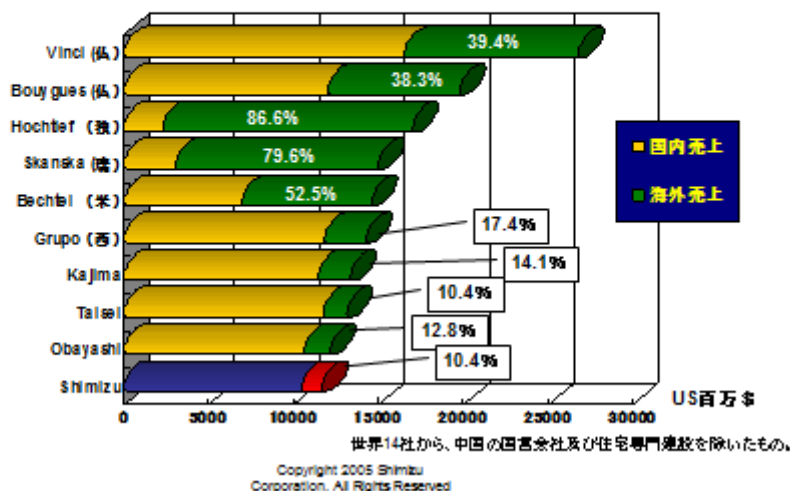


図2.5 2005年度の世界売上げトップ10企業
(清水建設提供)

2014年の世界売上げランキングでは中国企業がトップ10の5社までを占めている。トップ3が中国企業である。日本では大林が18位、清水建設が21位、鹿島が22位である。しかしながら国外受注では欧米各社が上位を占め、中国企業は9位と20位にランクされている。日本企業では千代田加工建設が44位、大林が45位、鹿島が54位、清水建設は75位である。日本建設業の海外売上げは少ない。

日本建設業の海外進出の歴史古く、その始まりは軍需産業である。鹿島建設は1880年代に鉄道請負業に転身し、朝鮮・台湾・満州の鉄道建設に進出した。第二次世界大戦下においても軍需産業関連の工事を受注し、朝鮮・満州、さらには東南アジアにも広く展開して行った。国家戦略と連携した動きと言える。1964年には米国ロスアンゼルスに逸早くKAJIMA INTERNATIONAL, INCを設立し幅広い活動を行った。現在ではKajima USA Groupとしてコンサルタント、エンジニアリング、設計、建設、デザイン・ビルトと幅広い活躍をしている。

清水建設も1899年軍の工事で台湾への足がかりをつかみ台北出張所から台湾支店を設置するに至り多くの工事を手掛けた。1931年に満州事変が発生し、新首都建設のために建設工事が始まった。清水建設も1915年に大連出張所を開設した。大連にも清水建設施工の建物が多く残っている。1938年には上海出張所、1939年には朝鮮支店、1942年の日本軍によるシンガポール攻略に始まる南方諸国進行に応じて産業復興工事を請

負って行った。日本軍の拡大とともに海外の軍事関連建設需要・民間建設需要が拡大し、建設各社ともに海外に進取して行った。しかしながらこの海外建設に特別な研究開発が寄与したと言うことは無かった。むしろ米軍の基地建設のスピードの早さに驚き、1940年に清水建設の清水釘吉社長は「従来習慣的にやってきた工法を鵜呑みにせず、常に反省検討し独創改良工夫せよ」と経営における技術の重要性を訴えた。この結果1943年に清水建設「技術研究会」が発足し

技術研究所に発展している。ほぼ同時期に他の日本建設業は研究所を設立している（図2.6）。



図2.6 日本建設業の研究所設立時期（文献3）

現在でも総合建設業やエンジニアリング業で研究所を設置しているのは日本建設業のみである。世界の建設。エンジニアリング業は技術の外部調達を基本としている。技術の研究開発には莫大な投資が必要であり、その維持・改善にも費用が発生する。また一度技術を保有するとその技術に固執する傾向があり、新しい技術への挑戦の障害ともなる。しかしながら革新的な施設の建設では新しい技術が必要であり、工事受注の鍵となる。またB2B、B2P産業では絶えざるQCDS Eの進歩が発注者の信頼、住民や利用者の安全・安心の基本である。日本建設業は価格競争に不利な自前のR&D組織をどのように活かすかがグローバル競争の鍵となる。

清水建設では1972年に「海外進出—海外市場への進出と外国部拡充」方針を打ち出した。以後ブラジル、アジアへと矢継ぎ早に進出し、1990年代には全世界展開を行い、開発投資をも展開し、現在に至っている（図2.7）。



図 2. 7 2015年における清水建設の海外ネットワーク
(清水建設HPより：清水建設提供)

これらの海外工事のための技術開発では多様な国の労働者を如何に管理するか、それらの人々のスキルと生産性をどのように測定し、現場運営に活かすかであった。また現地材料の活用では中東の砂利・砂の品質、土中塩分対策などであった。技術研究所のコンクリート研究者は常時現地へ派遣されていた。

シンガポールではPC版製作技術、プレキャスト活用、完全自動化施工法、生産現場でのIT活用など日本の最先端技術が活用されるようになった。シンガポールでの米社の半導体工場建設では超精密空間・最先端クリーン空間技術が活用された。海外進出の当初は従来型技術での施工であったが次第に最先端技術が活用されるようになり、工事受注にも重要な役割を果たすようになった(図2.8)

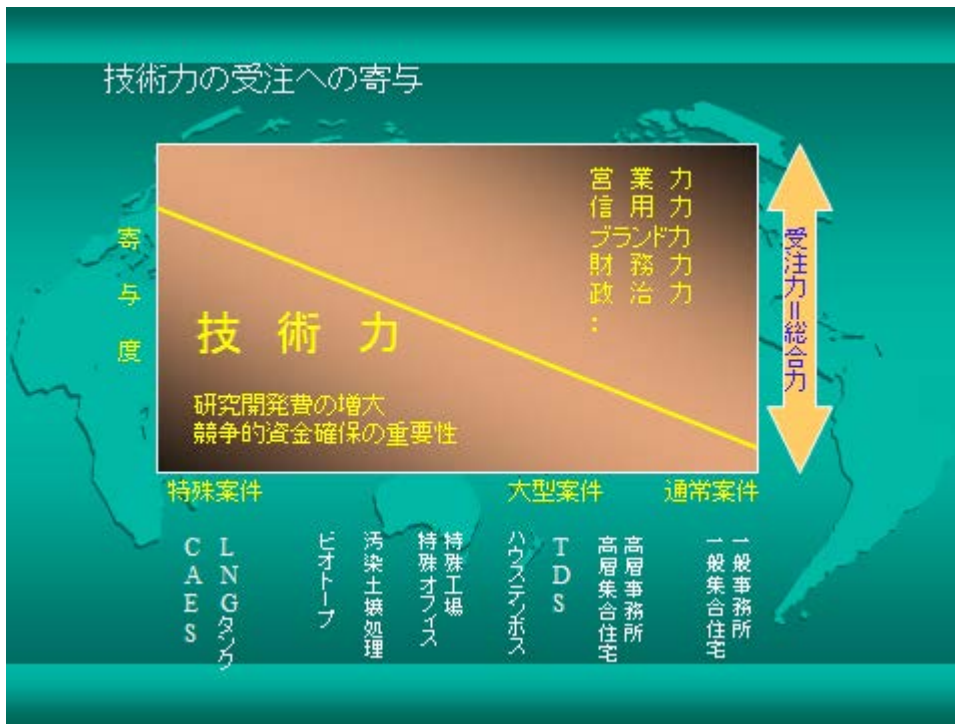


図2. 8 受注に技術が重要な役割を果たす案件が増加 (文献3)

1985年アメリカのドル高是正のために日米英独仏5カ国が「プラザ合意」を行った。円高ドル安が進行し1ドル80円台を突破した。建設業の世界での開発投資も同様な影響を受け、日本建設業の多くは海外開発投資から撤退した。1990年代以降アジア経済が発展を始め、中国さらには東南アジア各国も経済復興が明確になった。日本企業も生産拠点を中国、さらには東南アジアへ建設を開始し、図2. 4に示したように1995年に日本企業の海外進出のピークがある。この傾向に並行するように建設業も中国・アジア工事を増加させた。更には中東ブームが発生した(図2. 9)。しかしながら建設各社は大きな痛手を被るケースが続いている。



図2.9 ドバイ・マリナ・レジデンス (清水建設提供)

当初の日本建設業海外進出は軍や日本企業の進出に応じたものであった。この工事受注にはリスクは少なく、従来技術での工事施工であった。この姿勢は今でも続いているが、売り上げを増加させるために、次第に現地資本や国際資本工事の受注すること、開発投資を行うことが増加した。これらの案件では現地企業、国際建設企業との競争が激しく、地盤状況や関連企業・協力企業状況把握が不十分のままの応札が多く赤字発生のケースがかなり出ている。

建設業は数度に渡って海外工事で失敗を重ね、海外工事＝リスクと言う概念が強い。従って経営戦略としては国内工事が主、海外工事は従と言うのが基本的な考えである。海外の協力業者の育成、海外人材の育成も不十分であった。日本人社員でも海外で一度失敗すると国内勤務となるケースがほとんどで、海外勤務人材の育成が不十分である。

建設業のプロジェクト受注は図2・10に示すような総合力である。これはB2B、B2P産業に共通するもので、国内・海外に共通する。

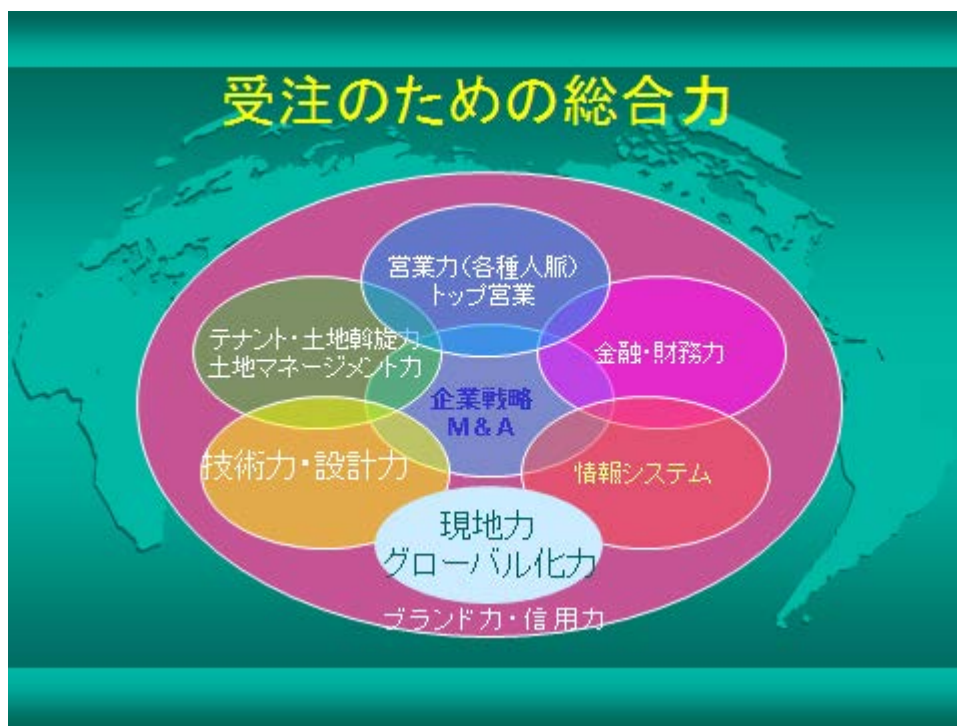


図2. 10 B2B, B2P産業の受注に必要な総合力

海外工事を強化するためには海外においても図2. 10のような総合力の充実が必要である。欧米の建設・エンジニアリング業の海外工事が主、国内工事は従と言う経営姿勢が必要である。資本の投資もそのようにしなければならない。

対象案件や案件の存在する国の事情、競争相手などによって図2. 10の各要素の有効度は異なる。この点の分析による国ごと、プロジェクトごとの戦略が必要である。

建設産業のビジネスはB2BあるいはB2Pである。1案件の金額も巨額であり、その国の社会全体に与える影響は多大である。したがって従来から日本建設業の強みであったQ（品質）C（コスト）D（工期・納期）S（安全）E（環境）は今後のグローバル競争でも強みのベースである。また日本建設業の強みは差別化出来る技術力と技術開発力である。この強みを如何に生かすかが重要である。ただ鉄骨工事などの日本の品質は世界的にはかなりの過剰品質で、価格競争のネックになっている。グローバル競争では適切な品質確保と言う概念が必要である。

B2B, B2P産業における研究開発・技術の役割は図2. 11のように考えられる。単に新商品開発するのみが役割ではない。経営戦略、企業運営の全体に寄与することが期待される。国内受注では発注先に貢献する研究も重要視されている。例えば特許出願でも発注企業との共同出願も多い。グローバルビジネスでは発注元の国家、企業との技術面での連携も重視していく必要がある。

これらの対応のためには全社の各組織での検討が必要である。受注、契約、調達などの部門の検討は行われているが、研究開発、技術陣が何を担当すべきかあまり議論されていない

ように思われる。

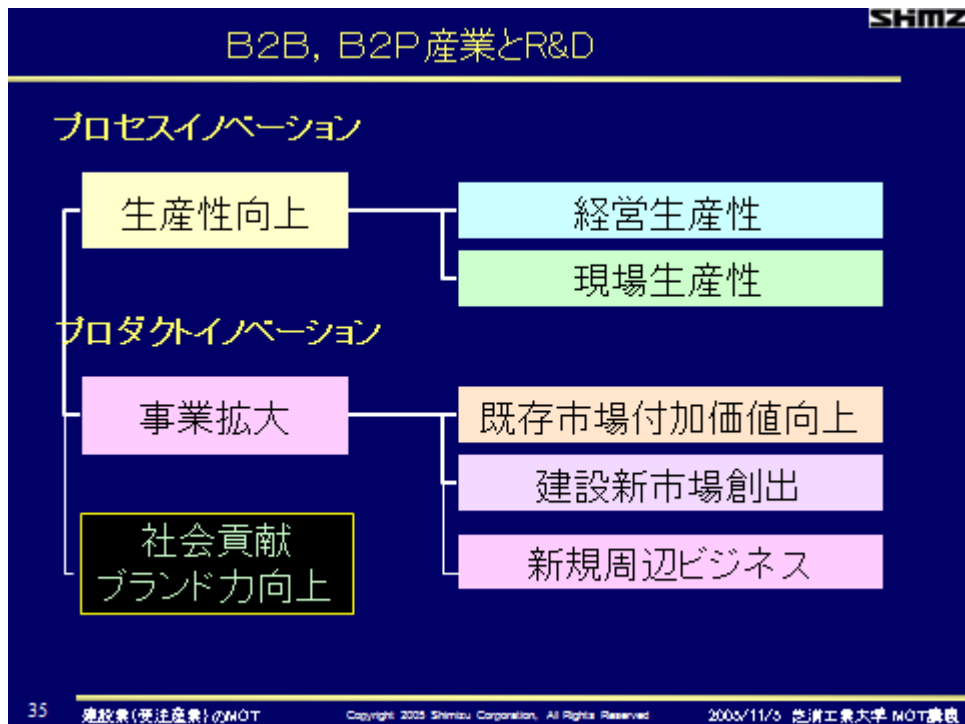


図2. 1.1 B2B, B2P産業における技術の役割 (文献3)

8. 結論

日本産業の国際戦略はB2C, B2B, B2Pによって異なる。B2C産業では後発国に追いつかれるのは歴史の必然のように見えるが、自動車産業のように現在でもグローバル競争に勝っている産業がある。真似されないノウハウ技術、常に一步前を行く技術、総合事業戦略が重要である。

B2BおよびB2Pのような産業では、社会に認められ、貢献する基本理念、事業の基礎であるQCDSEが重要で、日本産業の強みとすべきである。但しQ(品質)は過剰品質ではなく適切な品質が必要である。

技術においては特許化するものとノウハウとするものの仕訳が必要である。特に特殊材料、特殊部品等キーとなる技術のノウハウ化が重要である。国際的な特許戦略、ノウハウ戦略も一段と進歩させる必要がある。多くの産業で改良・改善技術のみに拘ると破壊的イノベーションによって急激な衰退をもたらす。世界の潮流のウオッチ、俯瞰的な観察以外に、予想出来ない突然の変化への対応も必要である。

いずれの産業においても今後のグローバル競争では総合力、トータルソリューション力が必要である。トータルソリューション力をどのような方法で確保するか、M&Aを成功させる方法の研究、M&A以外の方法の研究も必要である。トータルソリューション力では現地化、グローバル人材育成、海外人材活用なども重要である。対象案件、対象国、競争相手によっ

て、総合力・グローバル力のどこに力点を置くべきかを良く見極める経営力が必要である。

B2PビジネスではBOT, PPP, PFIなどが主流になる。この分野の研究の進化が期待される。B2B, B2P産業の最も大きな力はマネージメント力である。個別プロジェクトのマネージメント力(プロジェクトマネージメント)と同時に複数プロジェクトのマネージメント力(プログラムマネージメント)も開発・強化していく必要がある。

参考文献

1) 西村吉雄+未来技術研究会『テクノロジー・ワンスモア エンジニアが語る技術と産業の未来』、丸善ライブラリー、平成9年2月

2) 西村吉雄『電子立国は、何故凋落したか』、日経BP社、2014年4月

3) 藤盛紀明「建設業の技術経営(MOT)」『鉄鋼技術』連載(2009・4-2010・7)

第3章 社会インフラ関連 ITシステムの輸出事例

1. はじめに

本稿では、国際競争力に劣る日本の産業分野で、社会インフラ関連輸出に近年成功した事例を報告する。

「国際競争力に劣る産業分野」としては、IT サービス・ソフトウェア産業をとりあげる。

世界経済フォーラムでは、政治・規制環境、教育状況、インフラ利用率など多数の観点から各国の IT 競争力を評価し、総合指数化してランキングを毎年発表している（図 1）。日本は 2005 年には 8 位であったが、以降下落して 2013 年には 21 位にまで順位を落としており、アジア圏の中でもシンガポール（2013 年 2 位）、台湾（同 10 位）、韓国（同 11 位）などと比較して著しく低位にある。

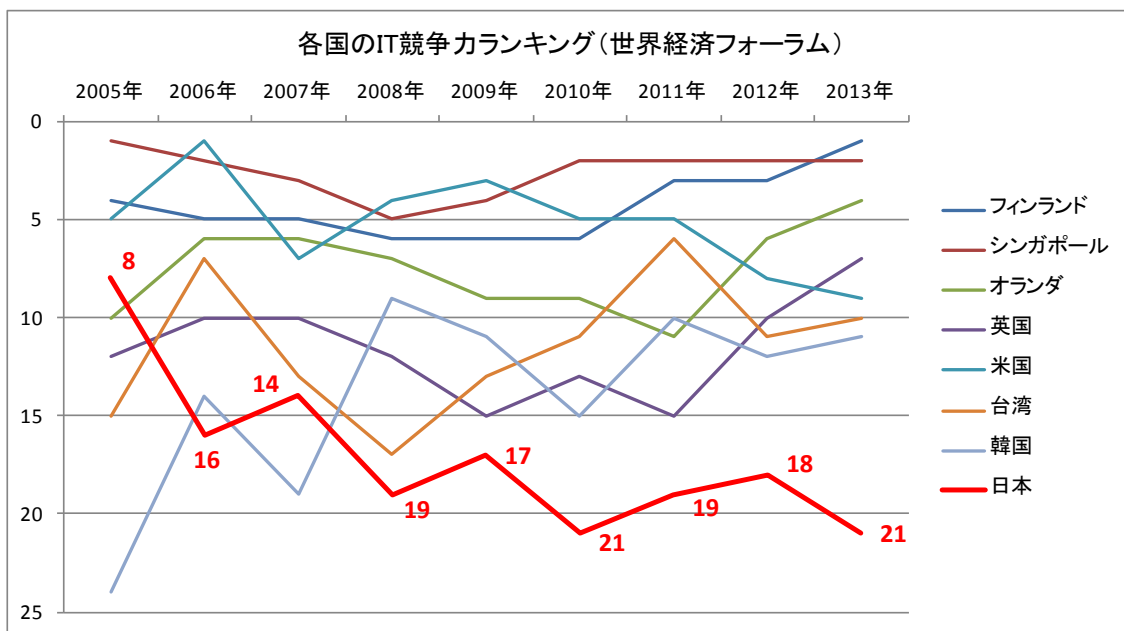


図 1 世界経済フォーラムによる IT 競争力ランキングの推移

また、総務省「ICT 産業のグローバル戦略等に関する調査研究報告書」（2013 年）では、特に IT サービス（コンサルティング、構築、アウトソーシングなど）やソフトウェアの分野における、日本企業の国際競争力の不足を指摘している。

図 2（上記報告書より抜粋）に示すように、IT サービス関連の日本の主要企業は、米国の主要企業と比較して海外売上比率において大幅に下回っており、営業利益率についても概して米国企業より低い。また、ソフトウェア関連については、国際的に広く利用されるパッケージ製品は日本ではほとんど生み出されておらず、Oracle、SAP などと比較できる企業はない。

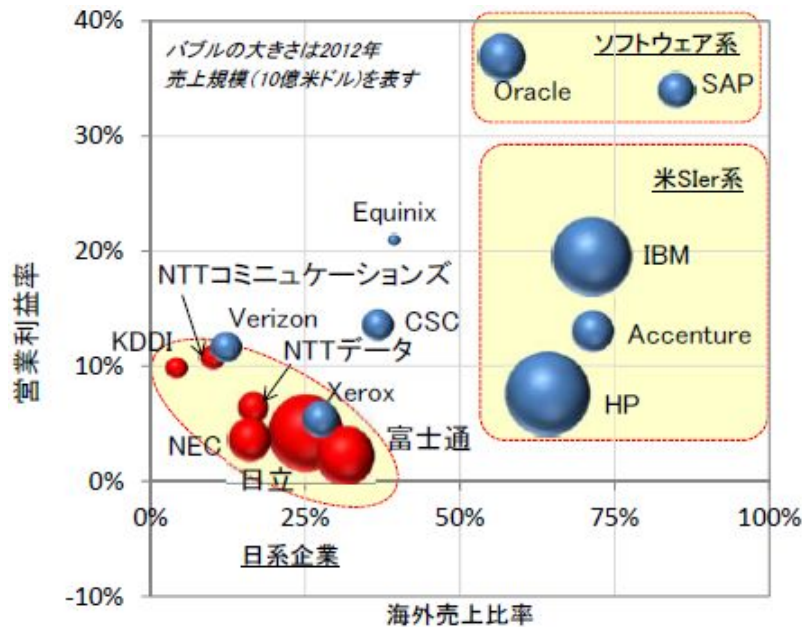


図 2 IT サービス・ソフトウェア市場における主要企業の競争力

このように、IT 分野でも特に IT サービス・ソフトウェア分野において、米国や欧州市場だけでなくアジア圏の市場においても、日本の IT サービス・ソフトウェア関連の企業が競争を勝ち抜くことは、容易ではない。

しかし、こうした近年の状況を克服して、IT サービス・ソフトウェア関連の海外市場で、日本企業が社会インフラ関連の案件を複数国で受注した例があるとすれば、それは特異な成功事例として調査対象とする価値がある。また、そのような成功例が複数あるとすれば、各々の成功要因を比較検討することで、主要な要因を見出すことができるかも知れない。

そこで本稿では、主に ASEAN 方面で複数国にほぼ同一の IT ソリューションを提供することに成功した日本企業の事例を 2 つ取り上げ、その成功要因を比較検討する。

2. 通関システムの輸出事例

2.1. 背景

2003 年 10 月、第 9 回 ASEAN 首脳会議において、経済共同体・安全保障共同体・社会文化共同体からなる「ASEAN 共同体」構想が打ち出された。このうち ASEAN 経済共同体はその中核となる構想であり、財・サービス・投資・熟練労働力の自由な移動による単一市場・単一生産拠点化を、2020 年までに実現するとしていた。

同会議では、この ASEAN 経済共同体を実現する重要なツールとして、「ASEAN シングル・ウィンドウ (ASW) 計画」の検討を開始することも合意されている。この計画では、ASEAN 加盟各国において貿易関連情報の関係機関への申請を一元化し (ナショナル・シングル・ウィンドウ: NSW)、さらに各国の NSW を ASEAN 域内で相互に連携させることで、通関・貿易関係

手続きの簡素化と物流の迅速化を実現させようとしている（図3）。

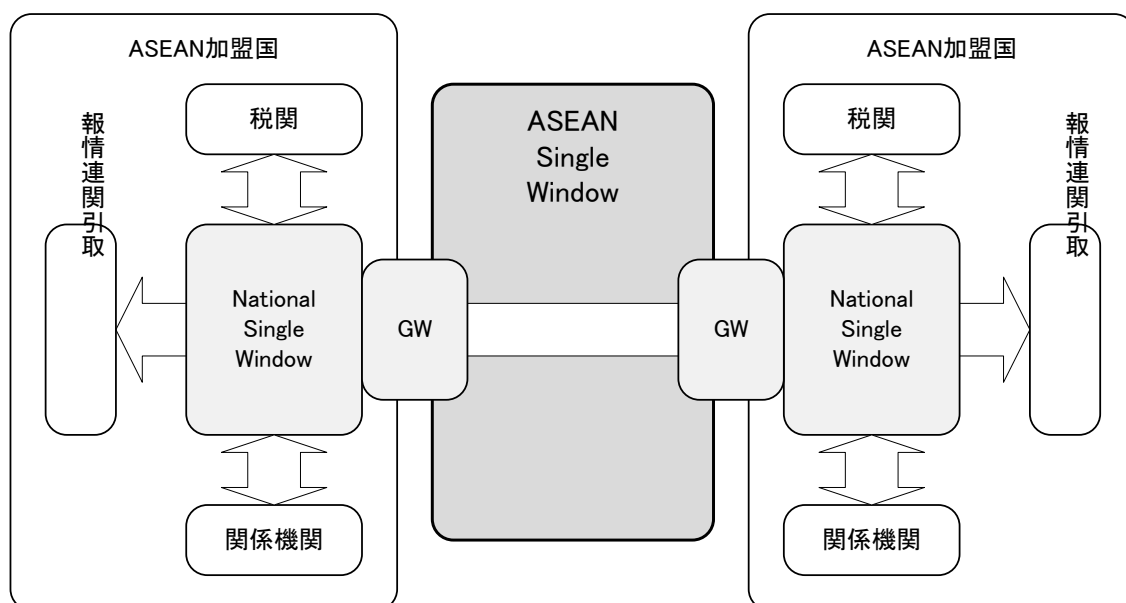


図3 ASEAN シングル・ウィンドウ

その後、2007年のASEAN首脳会議（第12・13回）では、ASEAN共同体創設を5年前倒しして2015年とすることを宣言し、ASEAN経済共同体についても2015年までのロードマップが定められた。ロードマップでは、ASEAN先発加盟6カ国（ASEAN6：インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、ブルネイ）は2008年まで、後発加盟4カ国（CLMV：カンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナム）は2012年までに、NSW完成を目指すことになっていた。

しかし、ASEAN6とCLMVでは計画進捗に大きな差があり、特にCLMVにおける取り組みの促進が喫緊の課題となっていた。

2.2. 日本のシングル・ウィンドウとASWへの協力

日本の税関関連システムは、航空貨物を扱う「Air-NACCS (Nippon Automated Cargo and Port Consolidated System)」（1978年稼働）と海上貨物を扱う「Sea-NACCS」（1991年稼働）がそれぞれ独立したシステムとして稼働していたが、2008年に両者を統合し、国土交通省や経済産業省など関係省庁が管理する関連システムも統合した。また、この統合に合わせ、海外との間で貿易関連データをやりとりする機能を追加し、2009～10年にはマレーシアから特定原産地証明を受取る実証実験を実施している。

一方、ASEAN地域における通関手続きの遅さが、現地の日系企業の活動上、大きな障害となっていることが以前から認識され、国際協力機構（JICA）でもASEAN各国に対する技術支援等を実施してきたが、「ASEANシングル・ウィンドウ（ASW）」計画を受けて、さらに人的協

力を深化させている（図4）。

しかし、システム整備の面では、ASEAN6は概ね2007年に定められたロードマップ通りにシステムの稼働にこぎ着けており[2]、日本にとって焦点は、CLMVに対してNACCS型のシステムにより支援できるかという点に絞られてきていた。

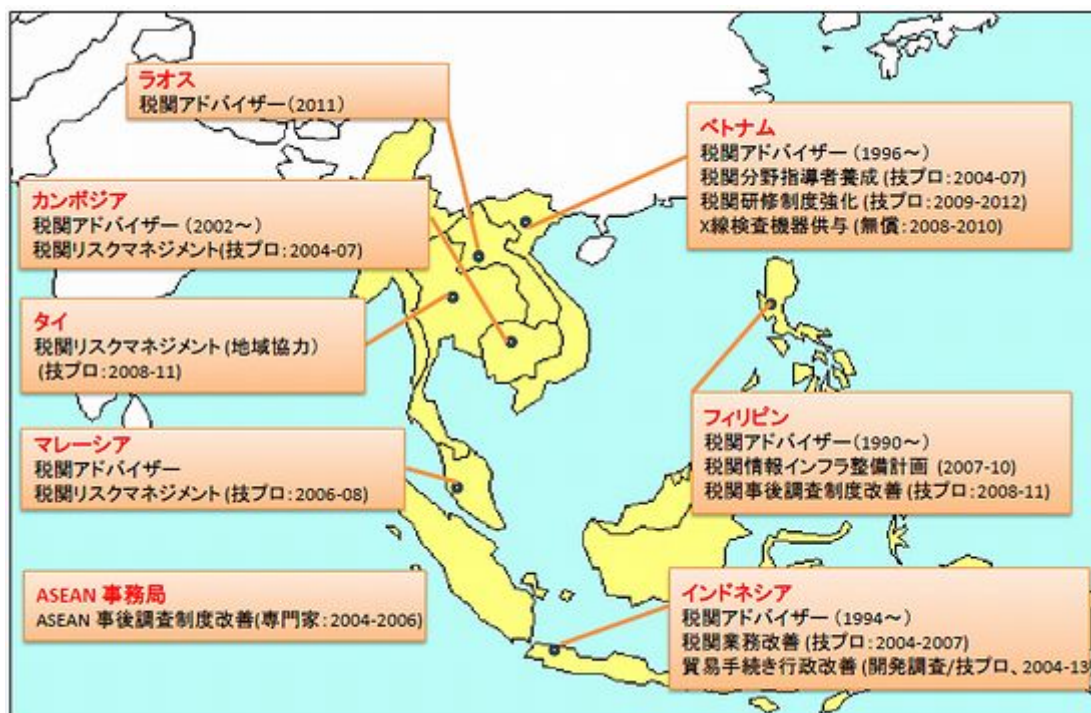


図4 通関手続き円滑化に関する JICA の取り組み[1]

こうした状況を踏まえて、2010年6月に日本政府は新成長戦略の一環として「アジア・カーゴ・ハイウェイ構想」を発表した。これは、アジア開発銀行(ADB)を通じた支援プロジェクト等(5年間で最大2,500万ドル規模)により、制度的な整備と合わせてNACCS型システムを各国に提案することで、各国のシングル・ウィンドウ化の促進と日本との貿易円滑化を実現して、アジアの成長を取り込もうとする構想である。

2.3. ベトナム通関の状況と日本の技術支援

日本貿易振興機構[3]は、ベトナム通関に関して以下のような問題点を指摘していた。

- ・ 事前教示制度(輸入物の関税評価等について問い合わせ回答を受ける制度)は存在するが、十分に機能していない。
- ・ 税関や担当官によって関税分類の判断が異なり、輸入品に対して数年もさかのぼって追徴課税される場合がある。また、税関審査において、職員から領収書の出ない不透明な金銭を要求される場合がある。
- ・ 既存の税関システム E-Customs はシステムダウンすることがあり、1~2日停止してし

もう場合もある。また、ベトナム語入力が必要になっているが、製品名をベトナム語訳することが難しいことも多い。

これら問題点により、ホーチミン・チェンナイ間の輸送時間 239 時間のうち、通関に要する時間が半分以上（127 時間）を占める[1]など、極めて非効率な状況となっていた。

こうした状況に対応して、国際協力機構では以下のような技術支援を実施してきた。

- ・ 「税関行政近代化のための指導員養成プロジェクト」(対象国：ベトナム 期間：2004 年～2007 年) [4]

関税評価・事後調査・輸出入品分類（HS 分類）の 3 分野について、国際標準に準拠した手続きを導入するための教材・指導要項を整備して地方税関に配備。選定された地方税関において現地研修を定期的実施し、ベトナムの税関職員約 2000 人が受講。

- ・ 「メコン地域における税関リスクマネジメントプロジェクト」(対象国：タイ、カンボジア、ベトナム 期間：2007 年～2010 年)

リスク管理関係部署やコンプライアンス担当の税関職員、地方の税関職員に対し、リスク管理に関する研修教材一式を開発し研修を実施。また、リスク指標・プロファイルに沿った税関手続きを運用するため、執務マニュアルを開発。

- ・ 「税関行政官能力向上のための研修制度強化プロジェクト」(対象国：ベトナム 期間：2009 年～2012 年)

ヘルプデスク、事前教示等税関行政サービスに関する研修教材を開発、また、関税評価・HS 分類に関しても地方税関における事例を収集し事例集を作成するなどして、税関職員の研修を強化。

この他、財務省関税局でも開発途上国税関職員を短期間日本に受け入れて、研修を実施するなどしている。

2.4. ベトナム通関システム（VNACCS）導入支援

以上のような技術支援の取り組みを経て、財務省関税局がベトナム税関総局に日本の NACCS を基本としたシステムの導入を提案、システムの導入と通関手続き・制度の見直し、人材育成を合わせた包括的パッケージについて、2011 年 7 月に合意した[5]。また、ベトナムはシステム構築に関して日本に無償資金協力を 2011 年 9 月に要請、2012 年 3 月に 26.6 億円の無償資金協力について、日本・ベトナム両政府で合意した。システム構築は、日本の NACCS を開発した株式会社 NTT データが担当することになった。

システムの構築と並行して、国際協力機構では 2012 年 4 月より「通関電子化促進プロジェクト」を開始した。プロジェクトでは、システム設計・テストの各段階において通関担当職員や民間利用者・銀行向けの説明資料を作成して説明会を実施、また通関担当職員向けの業務処理ガイドラインを作成したり、関係法令・通達等の改訂案を作成して関係機関に説明したりするなど、システムの円滑な運用へ向けたソフト的な支援を実施した。

2 年の開発・研修期間を経て、VNACCS は 2014 年 4 月から本格稼働を開始した。VNACCS に

より、既存の E-Customs で可能だった輸出入の電子申告に加えて、小額免税輸出入申告、修正申告のほか、ベトナム固有の業務である免税リスト登録・管理、一時輸出入の申告・管理なども可能になり、通関業務の電子化・自動化範囲が大きく広がった。

2.5. ミャンマーへの NACCS 展開

ミャンマーは 2011 年 3 月の新政権発足で民主化をはたすと、市場経済化にも積極的に取り組み始めたが、通関制度の近代化は ASEAN 諸国内でも大きく出遅れていた。基本的に通関手続きはすべて手作業であり、世界銀行の調査でも通関制度整備は 155 カ国中 122 位で ASEAN 域内でも最低、市場経済化により輸出入量も急増していたが、税収に占める関税収入は 3.2%に低迷していた[11]。

一方、前述した「アジア・カーゴ・ハイウェイ構想」に沿って、2011 年 10 月に国際協力機構・財務省関税局・ADB・世界税関機構は共同でミャンマー関税局と協議、まず関税評価等の分野から協力を開始することで合意し、2012 年 2 月から専門家の派遣を開始した。

さらに、2013 年 7 月からは両国の関税当局がワーキンググループを立ち上げ、NACCS 導入を視野にシステムの基本設計を進め、ミャンマー側のメンバーを日本に招いて、NACCS の運用状況や日本の通関制度を視察する機会を設けるなどした。

そして、VNACCS 構築に至る経緯と同様、ミャンマーはシステム構築・制度整備・人材育成などをパッケージとした支援を日本に要請、ミャンマー向け NACCS (MACCS) 導入に関する無償資金協力 (39.9 億円) について、2014 年 4 月に交換公文が署名され、国際協力機構による技術協力「通関電子化を通じたナショナル・シングル・ウィンドウ構築及び税関近代化のための能力向上プロジェクト」も同年 2 月より開始された。

システム構築は、VNACCS と同じく株式会社 NTT データが受注し、2016 年 11 月の稼働開始を目指して構築を開始している。

3. 飛行経路設計システムの輸出事例

3.1. 背景

航空機を安全に運行するために必要となる航空システムは、国際的に統一された基準により整備・運用される必要がある。航空システムに関する国際基準・勧告は、国際民間航空条約により設置された国際民間航空機関 (ICAO) により審議され発効される。

1980 年代初頭、当時の航空システムの通信・航法・監視方式では将来の航空需要の増大に対応できない見通しになったことから、1983 年 ICAO は「次世代航空システム特別委員会 (FANS 委員会)」を設置して、衛星システムなど新しい技術を活用した航法技術のあり方について検討した。検討結果は、1991 年 ICAO 第 10 回航空会議本会議において、「FANS 構想」として決定した。この構想は、現在では新航空保安システム (CNS/ATM システム) 構想と呼ばれている。

ICAO では CNS/ATM システムの運用概念を 2003 年にまとめ、その国際的な実現目標年次を

2025年と定めた。これを受け、2009年に開催された第46回アジア大洋州航空局長会議において「関西ステートメント」が採択され（ASEAN諸国含む34カ国）、アジア太平洋地域でも2025年をCNS/ATMシステム整備の目標年とすることを確認した。

日本でもCNS/ATMシステム構想に対応して、航空審議会により「次世代の航空保安システムのあり方について」（平成6年第23号答申）が答申され、目的の一つに「国際貢献・連携」も含めるかたちで、取り組みを進めることになった[6]。

3.2. 性能準拠型航法と PANADES

CNS/ATMシステムの中核となる技術は、「性能準拠型航法」（PBN：Performance Based Navigation）と呼ばれる[7]。従来、航空機の航法は地上に設置された無線標識施設や計器着陸装置に頼っており、これら設備の上空を線で結んだジグザグのルートを飛行する必要があった。しかし、これでは航路に自由度がなく、安全のため航空機間隔を十分に取る必要があることから、増大する航空需要に対して大きなボトルネックになっていた。

PBNでは、衛星システムや地上の補強システムからの情報によって航空機の位置を正確に割り出す方式をとるため、地形等の制約は受けるものの従来航法よりも直線的な航路設定が可能になり、航空機の間隔も短縮することが可能になる。しかし、そのメリットを享受するためには、各種設備の更新とともに航路の再設計が必要になる。

株式会社NTTデータの「PANADES」（Procedures for Air Navigation services-Airspace Design and Evaluation System）は、空港・航路周辺の地形や建造物、天候・風向きや航空機の性能などのデータを入力することで、飛行経路を自動的に設計することを可能とするシステムで、2010年までにICAOのCNS/ATMシステムにも対応させた。同様のシステムを提供する企業は世界に数社あるが、これら競合製品に比べ自動化範囲が広いといわれている。しかし、国際標準に則って航空経路を自動計算するという点ではどの製品も大差なく、地域ごとにカスタマイズが必要な部分も少ないため、需要各国の調達においては、製品の機能・性能以外の部分も重要になってくる。

3.3. 国際協力機構による ASEAN 方面の技術支援

航空分野における国際協力機構の技術支援状況を図5に示す。

このうち、ASEAN方面のCNS/ATMシステム対応に関連するプロジェクトは、以下の通り。

- ・ 「東メコン地域次世代航空保安システムへの移行に係る能力開発プロジェクト」（対象国：ベトナム・ラオス・カンボジア 期間：2011～2016年）

CNS/ATMシステムの導入に必要な機材整備、能力開発、技術基準整備などに関する計画立案を支援するもの。その内容にはPBN飛行方式の設計に関する能力開発が含まれており、基礎的な研修に加えて2012年にはベトナム民間航空局内にPANADESを設置し、参加三カ国についてPBN飛行方式の設計を実施、ベトナムでは一部（フエ空港）について運用を開始している[9]。

- ・ 「航空安全政策向上プロジェクト」(対象国：インドネシア 期間：2010～2015年)
 インドネシアでは航空機事故が多発していたため、運輸省航空総局の「航空運輸 20カ年計画」のなかで航空安全の向上を図ろうとしており、その取り組みに協力するもの。内容にはPBN 飛行方式の導入・整備が含まれており、PANADES を供与して実習を通じて設計要員を養成するとともに、2012年までに目標 20 航空路中 12 空路で設計を実施している。

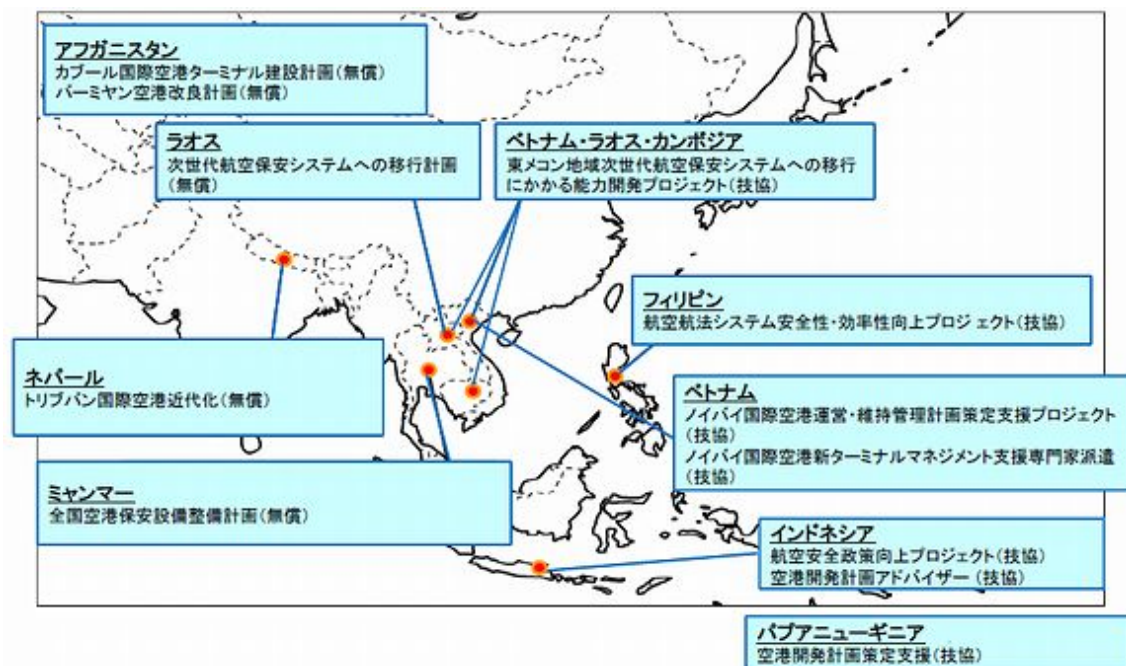


図 5 航空分野における国際協力機構の支援状況[8]

3.4. ASEAN 方面における PANADES の導入状況

海外における PANADES の初受注は、2011 年タイの AEROTHAI 社によるものだが、その後上述したインドネシアに対する「航空安全政策向上プロジェクト」に関連して、国際協力機構の供与機材として 2011 年に採用されたのが、海外展開の 2 例目となる。また、上述した「東メコン地域次世代航空保安システムへの移行に係る能力開発プロジェクト」でも、ベトナムに設置する能力開発用機材として、2011 年に受注している。

その後、ラオスに対して国際協力機構が実施した無償資金協力「次世代航空保安システムへの移行のための機材整備計画」(図 5)において、調達対象となった「飛行方式設計システム」について 2013 年競争入札が実施され、PANADES の受注が決まった。同様に、ミャンマーに対する無償資金協力「全国空港保安設備整備計画」においても、2013 年の競争入札により PANADES が採用された。

ミャンマーに対しては、2014 年から技術協力「次世代航空保安システムに係る能力開発プロジェクト」が始まっており、飛行方式設計者の訓練、設計基準・マニュアルの整備、設

計された飛行方式の検証（地上・飛行）なども予定されている。

4. 考察

以上、社会インフラ関連の IT システムについて、海外複数国から受注を獲得した事例を見てきた。取り上げた 2 例には、主に以下の共通点がある。

- ① インフラ連結性の観点で国際的な方式調整が必要な分野であること
- ② 同分野について国際機関により広域の整備目標時期が合意されていること
- ③ 同分野について制度・人的能力などの観点で後進国において受注していること

「社会インフラ」と呼ばれる分野には、鉄道・航空・電力など複数国間の連結性が重要な分野もあれば、医療・放送・発電など各国内の標準化は必要だが、他国との制度・技術的な連結性がさほど重要でない分野も存在する。本稿で紹介した 2 例に共通するのは、前者のインフラ連結性が重要となる分野で、国際機関による広域の整備目標時期が合意されたことが発端になっている点である。

それは通関システムの例では ASEAN 経済共同体構想であり、飛行経路設計システムの例では ICAO による CNS/ATM システム構想であったが、いずれも連結性が重視される分野であることから、単一の目標時期までに広域で社会インフラ整備を進めるという合意内容となっていた。しかし、当然ながら合意時点で参加各国の状況は一律ではなく、設備的な問題以前に制度面・人的能力面で著しく遅れている国にとっては、目標達成は非常な重荷となってくる。そして、この時間的制約が後進国にもたらす「重荷」が、制度整備・人的能力開発と IT システムをパッケージで導入する誘因になっていると考えられる。事実、通関システム・飛行経路設計システムともに、ASEAN 後発加盟 4 カ国 (CLMV) を中心に受注に成功している。

また、2 つの事例を時系列 (図 6・図 7) で比較するとき、CLMV 各国同士で同一分野における他国の取り組みを注視しながら、自国の対応を決めている様子がうかがえる。飛行経路設計システムの事例では、ベトナム・ラオスに対する技術協力は同時期に実施されていたが、ベトナムが PANADES の導入を 2011 年に決め、2012 年までに稼働させた実績を受けるかたちで、ラオスは 2013 年に無償資金協力を要請、ミャンマーもほぼ同時期に要請を行い、相次いで PANADES の導入を決めている。通関システムの事例でも、ベトナムが NACCS 型システム (VNACCS) の導入を決定し、2014 年 3 月に稼働させたことを見届けるように、ミャンマーが技術支援および無償資金協力を要請している。なお、このシステムの調達においては韓国・シンガポールからも支援の表明があり、特に韓国は官民連携による提案を行った模様だが、ミャンマー政府はベトナムにおける日本の実績を高く評価して、NACCS 型システム (MACCS) の導入を決定している [11]。

今回取り上げた NACCS はカスタムソフトであり、PANADES もカスタムソフトを後にパッケージ化したものだが、開発時点ではカスタムソフトでも、組織により運用され熟成されたカスタムソフトは、パッケージとして輸出可能であることを今回の事例は示している。特殊な業務分野において短期間で業務プロセスを稼働させる上では、日本式の制度整備・人的能力開発と熟成されたカスタムソフトの組み合わせに、欧米のパッケージソフトにはない独特な強みがあることを、CLMV 諸国が評価した可能性がある。

上述した①②③の条件に加えて制度整備・人的能力開発をパッケージすることで、従来日本の IT サービス・ソフトウェア産業の「弱み」といわれたカスタムソフトを、国際市場で戦う上での「強み」に変えることができるのかも知れない。

5. 参考文献

- [1] 「ASEAN 統合に向けて：連結性実現への課題と JICA の取り組み」 国際協力機構 2011 年
- [2] 「アセアン・シングルウィンドウ (ASW) 構築計画に関する調査報告書」 日本貿易関係手続簡易化協会 2012 年
- [3] 「ASEAN・メコン地域の最新物流・通関事情」 日本貿易振興機構 2013 年
- [4] 「ベトナム 税関行政近代化のための指導員養成プロジェクト 事後評価報告書」 国際協力機構 2007 年
- [5] 「最近の関税をめぐる国際的諸問題」 財務省関税局 2014 年
- [6] 「次世代航空保安システムの構築 平成 20 年度 政策レビュー結果 (評価書)」 国土交通省 2009 年
- [7] 「インドシナ 3 国における次世代航空保安システムの整備計画」 西村他 2011 年
- [8] 「航空インフラ国際展開協議会 JICA の取り組み」 国際協力機構 2013 年
- [9] 「東メコン地域次世代航空保安システムへの移行に係る能力開発プロジェクト中間レビュー調査結果要約表」 国際協力機構 2013 年
- [10] 「航空安全政策向上プロジェクト・評価調査結果要約表」 国際協力機構 2013 年
- [11] 「ミャンマー連邦共和国 通関電子化を通じた税関近代化支援計画 案件概要書」 国際協力機構 2013 年
- [12] 「日本企業のソフトウェア選択と生産性ーカスタムソフトウェア対パッケージソフトウェア」 田中辰雄 2010 年

4章 鉄道インフラ輸出における競争条件

4.1 競争条件の分析視点

鉄道の世界市場が 15 兆円市場から 25 兆円市場へと拡大する中で、カナダのボンバルディア、フランスのアルストム、ドイツのシーメンスが世界の 3 大メーカーとしてメジャーなシェアを占めてきたが、中国中車（2 大鉄道車両メーカー、中国南車集団と中国北車集団が合併）の参入も加わり、競争条件が劇的に変化していく中で、日本の鉄道インフラ輸出の事業形態もポジショニングの見直しをせざるを得なくなっている。

従来から多くの提言やレポート¹が指摘してきたことは、鉄道に限らずインフラ輸出の要点は、①国ぐるみ一体セールス、②国際規格への対応、③パッケージ化の 3 点であるが、中国の車両メーカー（中国中車）や韓国の車両メーカー（現代ロテム）などの新興勢力が価格攻勢を強めるようになり、「絶対的な価格差」との競争も起き始めた。

一方で日本の強みは、新幹線のような高速鉄道の製造、運行管理だけでなく、都市圏における複雑に接続された「ネットワークとしての鉄道網」の運用実績にある。毎日ほぼ確実に 100 万人前後の人が通り過ぎていく場所は世界中にたった 4 か所しか存在しておらず、その場所は新宿、池袋、渋谷、および大阪・梅田で、全て日本にある。これだけ人の集積が発生するところは世界中を探してもなく、それを支えている日本の鉄道車両の製造技術、運用管理技術に対する評価は高く、輸送サービスとしての複雑さと完成度は実質的に世界トップに位置づけられている。また、新幹線の凄さは速度だけではなく、「のぞみ」が 1 時間に 10 本、「ひかり」「こだま」を合わせると 15 本という運行密度と運行の正確さにある。フランス、ドイツ、中国ともにこのような過密ダイヤで高速鉄道を運行しかつ台風・地震などによる遅延への対応を行うことはできないと考えられる。関東圏 3500 万人の日々の移動を支える毛細血管のような巨大な鉄道網は地下鉄を含めて 1 枚の地図に記載することは不可能な程に発達しており、保守・運用を含めて巨大なオペレーションが日々実施されている。ネットワーク化された複雑な鉄道網を持っているのは日本のみであり、これが日本の経済活動のインフラとして機能していることは実績としては明らかに強みである。

これに対して、インフラ輸出競争において、日本勢が不利とされる原因のひとつはコストであり、導入先が求めるスペックよりも過剰な品質・性能を持った日本仕様の製品と品質がコスト高の原因となり、価格競争に敗退する原因のひとつとなっていると認識されてきた。非価格的な要因としては欧州鉄道規格が事実上の世界規格となり、日本独自の方法が海外市場開拓の障害となる事例も報告されている。また、日本の鉄道の主要なオペレーターは JR、私鉄大手、自治体の鉄道部門であり、高度な運用ノウハウを保有しているが海外オペ

¹ 例えば、①国土交通省、「我が国鉄道システムの海外展開」、2011 年 3 月 11 日、
②真子 和也、「鉄道インフラの輸出 - 新幹線を中心に -」、総合調査報告書『技術と文化による日本の再生』、第二部 我が国のインフラ、コンテンツ等の海外展開(2012 年 9 月 25 日)、③経済産業省、「日本企業の競争力の現状と課題」、平成 24 年 4 月等

レーションに対するインセンティブを持っていないことから、鉄道車両メーカーが単独で海外市場を開拓しようとしても協力が得られることは少ない。インフラ導入を検討する多くの国では、オペレーション・ノウハウとセットでのパッケージ化を要求されることが多く、単独の入札参加では不利になることは多くの報告により指摘されてきた。

鉄道インフラ輸出を巡る議論は、鉄道の物資輸送手段としてエネルギー効率の高さと相まって世界中で今後整備されている膨大な需要に対して、日本勢としてどのような事業機会として定義していくのか、誰が日本の主要なプレイヤーとなり得るのかという問題とセットで我々に再考を迫っている。

4. 2 SWOT 分析による整理

図4-1は、先に述べた日本の鉄道インフラ輸出が置かれた状況をSWOT分析形式に整理したものである。通常、SWOT分析では、「強み×機会」、「強み×脅威」、「弱み×機会」、「弱み×脅威」の組合せから対策を考察していくことになる。以下、簡単なクロスSWOT分析の組合せから、鉄道インフラ輸出における検証課題を抽出し、その中から本章における分析フレームワークの導入としたい。

<p><機会></p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉄道インフラ整備市場の拡大 (15兆円市場から25兆円市場へ) ・観光客の日本鉄道サービス経験の増加 ・日本政府のインフラ輸出支援政策の強化 	<p><脅威></p> <ul style="list-style-type: none"> ・中国・韓国勢の安値攻勢 ・中国インフラ整備一巡による外国進出 ・欧加の日本市場オープン化への圧力
<p><強み></p> <ul style="list-style-type: none"> ・信頼性の高いハードウェア ・高い保守・運用技術 	<p><弱み></p> <ul style="list-style-type: none"> ・国際規格への対応の遅れ ・オペレーター(JR等)の海外志向の弱さ ・パッケージ型入札スタイルへの対応力不足 ・過剰品質と高い価格

図4-1 日本の鉄道インフラ輸出のSWOT分析

「強み×機会」の組合せからは、「強みを活かして機会を勝ち取るための方策」を検討することになるが、「日本の高い保守・運用技術と信頼性の高いハードウェアを活かして、インフラ市場の拡大の中でどう市場を獲得できるか」という設問になるが、これは高くても品質の良いものを市場に売り込んでいく正攻法がどのように実現するかという点を検証していく必要があることを示唆している。

「強み×脅威」の組合せからは、「強みを活かして脅威を機会に変える差別化の方策」を検討することになるが、言い換えれば「日本の高い保守・運用技術と信頼性の高いハードウェアを活かして、中韓勢の安値攻勢に対抗することができるか」という設問になるが、イン

フラ導入に際して低価格攻勢が一定の功を奏していることは否めず、どのようなケースで日本の技術が安値攻勢にも負けず相手国に高いが良いものを購入することに至るかを検証する必要があるだろう。

一方、「弱み×機会」の組合せでは、「弱みを補強して機会をつかむための方策」を検討することになる。日本の弱みは補強すべきだが、すぐに補強して解決できる問題ではないことは明白であり、検証課題としては、弱みが実際に補強することが可能か、そのための方策がどの程度の時間軸で実現しうるのかといったものになってくる。

「弱み×脅威」の組合せでは、「弱みから最悪のシナリオを避けるための方策」を検討するが、最悪のシナリオとは入札以前からのパッケージ入札への取組みで負け、安値攻勢に負け、国際規格に未対応であることによる入札敗退が発生し、かつ中国主導の AIIB に案件のファイナンスの主導権を掌握されて日本勢が受注できないといった事態に至ることであるが、これはこれまでの日本の ODA、JICA、アジア開発銀行(ADB)の在り方を問い直すこと、導入時のコストと長期の保守・運用コストの違いや適度なバランスが認識されるか否かという観点から検証すべき課題であろう。

4つのクロス分析が明らかにする検証課題は、

- ・日本の強みは高信頼性にあるが、価格が高く他国の低価格攻勢に耐えられない
- ・日本の強みが価値として認知されるためには工夫が必要であること
- ・日本の弱みとしてリストアップされる事柄は構造的で解決が容易ではない

といった点にあり、これらはガラパゴスのに発達した日本の高度な鉄道システムを「良いものとして高く売る」ことは可能かという本質的な問いであり、日本が自らの強みとして考えている点が相手国から認知されるか否か、部分修正により適応可能かという点に集約される。

価格・品質には短期、長期の両面があり、とりわけ導入期に主に発生する短期的な負担、運用やメンテナンスで発生する長期的な負担に対する感受性は、資金ポジションが薄い買い手ほど高くなりがちである。日本勢が主張する高品質や高信頼性が認知され低価格攻勢に耐えられるケースあるいは逆のケースを事例分析しておくことは今後のインフラ輸出における価格・品質バランス問題に対する指針を与えることになる。

4. 3 「安物買いの銭失い」の分析フレームワーク

価格・品質バランス問題に対する回答は、『江戸いろはかるた』の一つである「安物買いの銭失い」という諺によく表れている。値段が安いものは品質が悪いので、買い得と思っても結局は修理や買い替えで高くつくという意味だが、「安物買いの銭失い」と同様の慣用句はややニュアンスが異なるものの英語圏にも存在しており、「penny-wise and pound-foolish」（ペンス、つまり小銭レベルでは賢く、ポンド、つまり大金レベルでは愚か）がこれに相当する。安物買いの銭失いで調達することは”penny-wise and pound-foolish” procurement ということなので PW/PF Procurement（本報告書では W/F 調達と略す）でも略

することができよう。逆は高いが良いものを長く使う行動であり、英語では”penny-fool and pound-wise”ということになり、「F/W 調達」（本章では“賢いユーザー”と称する）と略することができよう。

インフラ導入においては予算に限りがあること、投資額が巨額になることから、W/F 調達に陥りがちであり、かつ投資規模が巨額のため、失敗をしながら複数回の投資を許容できるユーザーは少ないため、一旦 W/F 調達に陥ると投資余力のない国ほど状況は悲惨となる。日本のインフラ輸出は、対象国における「安物買いの銭失い」（W/F 調達）をいかに防ぐかにかかっており、そのためにどのような工夫が必要かについての状況証拠を収集することが本章の目的である。

「安物買いの銭失い=W/F 調達」を図式化すると図 4-2 のようになる。右側の縦軸（赤）は導入時のコストであり、左側の縦軸（青）は長期保守・運用コストである。このモデルは、導入コストが高ければ高いほど品質がよく長期の保守・運用コストは低いという「価格=品質」、「高品質=低保守・運用コスト」という前提にたっており、鉄道事業全体に要する 4 つのコスト、①受注確定まで（FS、コンサルティングから入札まで）、②工事期・納入期、③運用初期、④中長期の保守・運用などのメンテナンスのうち、前半の①、②の合計を導入時のコスト、③、④を保守運用のコストと考えている。

上記前提のもとでは、導入時の低コストを重視する程、導入時のコストに対する許容度は低くなり（右下がりの赤線プロット）、導入時の低コストを重視するユーザーは、導入コストの限界点（赤の点線）以下で導入し（W/F 調達の「安物買い」部分）、以降の保守コストは導入時には保守コストの限界点（青の点線）以下で保守・運用が可能と期待して意志決定する。導入段階では、「ユーザー経験がない」または「十分な運用実績情報」がないため、品質に対する期待値は要求水準を満たしているとの想定をしている。しかしながら、実際の運用が始まると、予想外の故障による損失や保守費用の増大が起これ（右上がりの青線）、保守運用コストの限界点を超えた費用を要することが判明する（W/F 調達の「銭失い」部分）。

「F/W 調達」では保守運用コストと鉄道サービス品質を重視するが、導入時のコストが高く導入コストの限界点を超えた部分に対するファイナンス等の補償措置が必要となる。また、中長期のトータルのコストは W/F 調達よりも安くなるとしても、「過剰品質」問題や「オーバースペック」問題があり、ユーザーが求める以上の価格・品質を提供している疑義が生じる。

このフレームワークで事例分析する場合、導入の背景、導入時の価格設定及び競合状態、運行開始後に発生するトラブルの種類と内容の 3 点を主に現地の新聞・テレビ報道を情報ソースとして整理し、鉄道サービスとしての価格・品質問題の発生状況を把握すること、また逆に特定の局面において導入した鉄道サービスに対する評価が上がったケース（高品質が確認されるイベント）がどのように発生しているかを分析視点として設定する。

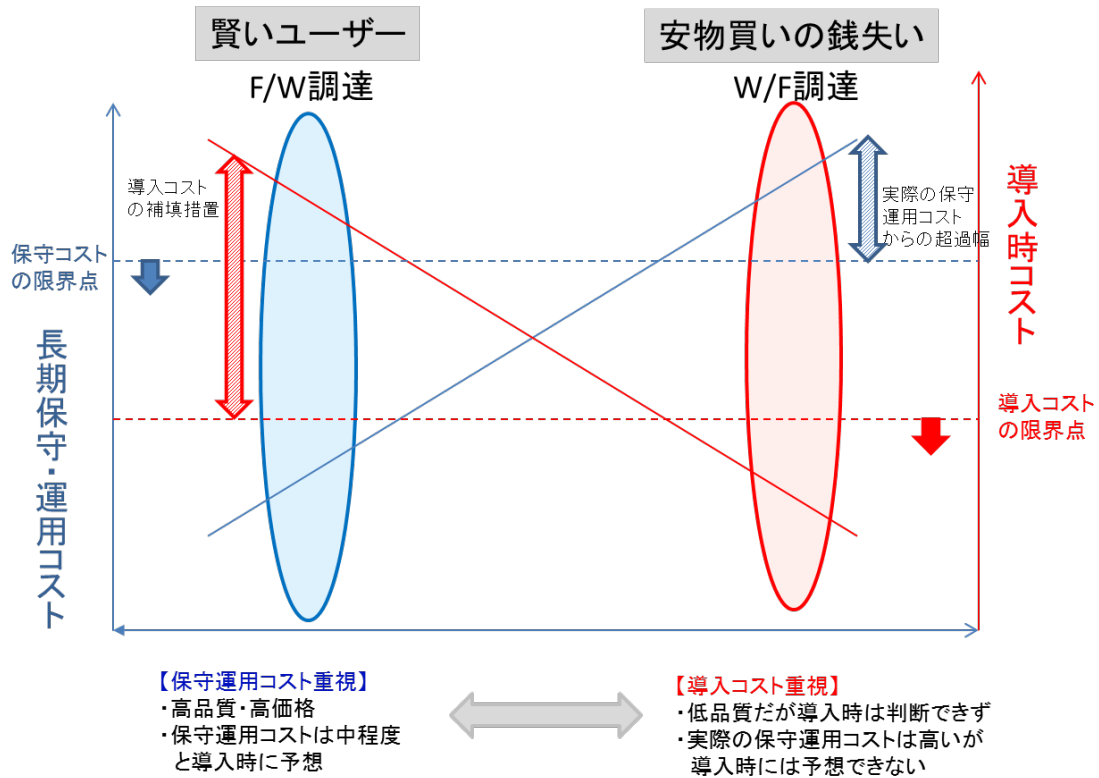


図4-2 「安物買いの銭失い」の図式化

4.4 事例分析

W/F事例とF/W事例を比較して分析するために、運用状況が報告されている過去事例、今後納入もしくは運用が始まるがその方向性が予想されている現在進行形の事例から5事例を取り上げる。

<W/F事例（安物買いの銭失い）>

- ① ウクライナ高速鉄道：現代ロテム HRCS2 納入とメンテナンス
- ② ボストン市交通局通勤路線：現代ロテム BTC-5/CTC-5 納入とメンテナンス
- ③ ボストン市交通局地下鉄：中国北車 地下鉄車両納入契約（契約のみ）

<F/W事例（賢いユーザー）>

- ④ 英国 CTRL 計画：日立 Class395 の納入とメンテナンス
- ⑤ 英国 IEP 計画：日立 Class800/801 の納入・現地製造・メンテナンス（納入開始）

事例の中でウクライナは特に資金的余裕がない事例であるが、ボストン市のように地方自治体の場合には先進国においても資金的余裕がある訳ではない点には留意する必要がある。

① W/F 事例：ウクライナ高速鉄道／現代ロテム

【計画の背景と入札価格】

ウクライナの鉄道網は、全て旧ソ連時代のインフラ設備からなり、ほとんどが 30 年以上を経過した線路、駅施設で、駅数 1700、貨車・客車 17 万 4 千輛、線路総延長 2 万 3 千 km のインフラは既に耐用年数を超えたものが多く、線路の保守不足から度々貨車の脱線事故が起きており、1960 年代から 1980 年代の旅客車両を全て更新する必要に迫られていた。線路敷設のコストはウクライナでは 1.2 億円/km（日本の新幹線は 50 億円/km）で、高速鉄道導入に際して新規線路敷設の財政出動も不可能な中で高速鉄道の導入が計画された。

インターシティ特急と名前をつけた高速鉄道計画は、リヴォフ（西部）・キエフ（首都）・ハリコフ（東部）・ドネツク（東部）など 4 大都市を連結し、例えば、キエフ - リヴォフ間 627km で 10 時間を要していた行程を最高時速 160km で走行し 4 時間半に短縮することを目指し、二等車の運賃は在来線の急行の 2 倍に設定された。

現代ロテムは、この計画に対して 2010 年 11 月現代総合商社とコンソーシアムを結んでウクライナに現代ロテム製 HRCS2 型高速鉄道 10 編成(90 両)、3500 億ウォン(約 350 億円)輸出契約を締結し、2012 年 2 月に納入を開始し、2012 年 5 月 25 日乗客を乗せて初の試験走行を実施した。尚、他の入札参加者に関する情報は現状把握できていない。

【トラブルの発生状況】

初の商業運転を実施した 2012 年 5 月 28 日にはブレーキ故障が発生、約 1 か月半で 10 回故障が発生した。運転開始後 3 ヶ月の 2012 年 8 月にはアザロフ首相は今後は自国製（クリュコフ列車工場製）の列車を購入することを表明し(ウクライナは新型特急電車を自国開発しており、現代の列車 2 本分で、自国製の列車 3 本購入できる)、現代ロテム社製の導入決定の誤りを認めた。

故障は、商業運転開始後半年間で合計 99 回（うち 20 回列車停止）、運行開始後 1 年間で 178 回の故障が発生したが、故障は他の列車の運行を遅らせることから、ウクライナの鉄道網には大混乱が生じた。故障頻度は、2012 年は週に 3~4 回、2013 年は 2 週間に 1 回に及んだ。副首相兼インフラ担当大臣のボリス・コレスニコフはこの件で国民に謝罪する事態となり、更には 2013 年 1 月にヴィクトル・ヤヌコビッチ ウクライナ大統領が「(高速鉄道サプライヤーとして)現代ロテム製の導入は深刻な失敗であった」として、国民を相手に公式謝罪している。

度重なる列車の遅れにより、ウクライナ鉄道に対する個別訴訟や集団訴訟も多発した他、通常の線路を時速 160km で走行するため、予想外の早さから人身事故が多発した。夏場のエアコンの故障で社内温度が 40 度以上になり、乗り合わせた列車の乗客全員が大臣への抗議署名を行い改善を求めた事例も発生し、途中での長時間の列車停止は多くの集団訴訟の原因となった。故障の種類は、コンピューターシステムの不具合、ブレーキシステムの故障（ブレーキパッド）、冷暖房システム（夏冬の空調）、圧力システム（油圧の減少）、電力システム（バッテリー、パンタグラフ）等多岐にわたり、特に冬場の雪の列車下部への付着による電力システムのシ

ョートが多発し(2012年の12月だけで18回故障)、電源喪失による冷暖房・照明の停止も多発した。6個のパンタグラフの内、3個が同時に故障した等の故障例も報告されている。故障で動けなくなる度に、旧ソ連製の機関車が故障した現代製列車を牽引する風景は日常の光景となり、一部の部品（バッテリー、ブレーキパッド）は故障を回避するために、韓国製からウクライナ製に変更された。

2012年冬には、列車のパンタグラフが燃え上がり、電線を切断、電線全体に高圧電流が流れたことが原因となりキエフのクラブジエヴォ変電所の更新直後の機器が全焼するなどの2次災害も発生した。

2014年2月12日、ウクライナ鉄道庁は車両点検で、ウクライナの基準で大問題となる車体とフレームに亀裂が全車両で見つかったこと(金属疲労と推定されている)から、導入車両全ての運行を全面中断し、ウクライナ製列車での代用を開始した。現代ロテムは、現地に派遣しているメンテナンスチームでは原因究明はできず、技術研究チームを派遣したが原因究明と解決策の提示には至らず、全車両を韓国に返送した。

【トラブルのよる保守・運用のコスト上昇】

故障時には急行運賃の差額の払い戻しが発生し、2013年1月時点（商業運転開始から半年）での遅延に対する補償金は80万グリブナ（800万円、一人当たり100グリブナ（1000円）で8000人が対象者）に達した。結果的に1年間で長距離客の1%を運送(130万人)したが、故障による信頼性の低下が顧客離れを起し半数は空席となり、1年間で約3億9千万グリブナ（40億円）の収入となったが、その全額が列車代金の2012年分のローン返済のみに充てられた。

頻発した故障と運行停止によるウクライナの鉄道網の大混乱に対する被害額算定は不可能であるが、トラブルに対する政府閣僚の謝罪、大統領の謝罪など政治コストも高くついたと考えられ、全面運休発表の8日後の2014年2月21日、クーデターが発生し、ヤヌコビッチ大統領の政権が倒れ、2014年4月16日にはウクライナ鉄道のセルギエンコ副社長とチェカロフ専務は解雇され、2014年5月からは東部・西部間の内戦勃発に至っている。東部と西部を結ぶインターシティ鉄道の度重なるダイヤ混乱は、ウクライナの政情混乱の原因のひとつとなったという報道も現地ではなされている。

【W/F事例としての位置づけ】

ウクライナとしては、国産メーカーを退けてより割高な現代ロテムの車両を導入したため導入当事者としては「安物買い」をした意識は希薄であったが、運用実績がない車両メーカーの車両導入による予想外のトラブルの頻発により、極端な「安物買いの銭失い」になった事例と解釈することができる。とりわけ、夏場の高温環境、冬場の雪における低温環境に耐性のない欠陥製品の導入は同国にとっては致命的なエラーであり、導入後2年以内に起きた金属疲労による車体亀裂で全車両運行停止に至ることで最後のとどめを刺されたと言っても過言ではなく、W/Fの典型的な事例として捉えることができる。尚、気象変動に強い日立製を導入していれば、夏場・冬場の故障は発生していなかったと推定される。

② W/F 事例: 米国マサチューセッツ湾交通局/現代ロテム

【計画の背景と入札価格】

現代ロテムは日本の商社「双日」の米国法人である双日米国会社と共同で、2008年に米国マサチューセッツ湾交通局（MBTA）から190M\$（約200億円、1両当たり2.7億円）で通勤型電車（BTC-5、CTC-5）75両を供給する契約を受注し、2013年から完成車を納入した。予定納品期日より2年半も遅れ、2014年1月時点で56両が納入され32両は既に運行されていたが、2014年夏までに残りの19両が納入された。入札参加者に関する情報は現状把握できていない。

【トラブルの発生状況】

現代ロテムが米国ボストン市に納入した通勤列車は、「ドア、エアコン、ブレーキ、動力部、列車の運転室の信号通信システム、制御ソフトウェアなどの多くのユニットで総合的な欠陥が生じ、全面的な修理を実施した」と地元新聞「ボストン・グローブ」が2014年1月29日に報道している²。特に、車両に搭載されたソフトウェアは、既存の信号システムと互換性がなく、ボストンのアムトラックが所有する路線では使用すら出来なかったと報告された。米国の運送労組支部会長は「40年以上の列車の業務に従事しながら、このような問題が浮上するのは初めて見た」と厳しく批判している。

ボストン市にとっての最大の問題は、この通勤電車が既に運行を開始したにもかかわらず、未解決の問題が原因で運行を止めて、数ヶ月以内に州外のロードアイランドの整備施設に車両を送り、ドア部品等いくつかの部品を新品に交換する必要があるということにあるとボストン・グローブは報道している。

MBTAとは別に、南東ペンシルバニア交通当局は、現代ロテムから2009年～2013年の間に導入した120両の車両でもドア、暖房とエアコンシステム、車両のバランス、動力部、ブレーキ、信号制御、補助動力システムでの欠陥があったことは既に報告されており、米国の専門家は、MTBAで起きた問題は恒常的かつ構造的な問題であり、現代ロテムへの発注がミスである可能性を指摘している。尚、MBTAは問題が発生した場合に、この契約をキャンセルするオプションを契約している。

【W/F 事例としての位置づけ】

今回生じた問題は既に南東ペンシルバニア交通当局で同種のトラブルが発生しており、ボストン市は慎重に情報を収集すれば、問題の発生は予測できたものと考えられる。唯一評価できる点は、アフターサービス期間中は定額であること、一定期間内に契約をキャンセルできるオプションをつけていることである。しかしながら、トラブル発生期間中の鉄道サービスとしての品質低下についてはそのリスクを回避できていない点が問題である。

² ボストン・グローブ紙、2014年1月29日付記事。

<http://www.bostonglobe.com/metro/2014/01/29/problems-plague-new-hyundai-rotem-commuter-rail-cars/0WOOTVM6DWMty4nXvUtnpL/story.html>

③ 潜在的な W/F 事例：米国マサチューセッツ湾交通局／中国北車

【計画の背景と入札価格】

中国国有鉄道車両メーカー・中国北車グループは米マサチューセッツ州ボストンの交通当局(MBTA)から地下鉄 284 車両を受注している。入札は 2014 年 5 月に世界に対して行われ、契約額は 5 億 6700 万ドル (約 610 億円、1 両当たり 2.15 億円) と報道されている (2014 年 10 月 24 日、ボストンヘラルド紙)。

新車両は、マサチューセッツ湾交通局 (MBTA) 傘下のボストンの地下鉄、オレンジラインとレッドラインの 2 路線向けに提供され、284 台のうち、152 台はオレンジラインに、132 台はレッドラインに投入される。この契約は中国の鉄道車両が米国で採用された初の案件として知られている。

入札では中国北車以外に、現代ロテム (韓国)、川崎重工業、ボンバルディア (カナダ)、中国南車青島四方機車車両の大手車両メーカーが参加したが、提示額は現代ロテムが 7 億 2100 万ドル (約 770 億円、1 両当たり 2.7 億円で前回の通勤列車と同額)、川崎重工が 9 億 500 万ドル (約 968 億円、1 両当たり 3.4 億円)、ボンバルディアが 10 億 8000 万ドル (約 1150 億円、1 両当たり 4 億円) であったと報道されている。中国北車はボンバルディアの半額で提示していたことになる。

【トラブルの発生状況】

中国北車が納入実績づくりのために安値攻勢を仕掛けたのは事実であるが、MTBA は既に現代ロテムの車両でトラブルを経験している中で、再度の「安物買いの銭失い」につながるのでは現地では危惧されている。受注の背景には、MBTA の元スポークスマンのリディア・リベラ氏が、現在、中国北車の顧問であることが受注の促進要因となったとされ、2015 年 1 月には現代ロテムが再入札を求めて MBTA を提訴している。まだ車両は納入されていないが、運用開始以降発生するトラブルについては現状不明である。

【W/F 事例としての位置づけ】

MTBA は先進国における「安物買いの銭失い」の事例の潜在的な候補であり、前回 MTBA は 1 両当たり 2.7 億円で現代ロテムから導入したのに対して、今回は 1 両当たり 2.1 億円という破格の安値での購入を決定している。先進国においても財政難を抱える自治体では、安値攻勢が十分に有効であるということの証左でもある。また、最安値での導入は別の訴訟リスクを発生させるという点でも注目される。

④ F/W 事例：英国高速鉄道 CTRL／日立

【計画の背景と入札価格】

CTRL 線は、ドーバーからロンドン市内のセントパンクラスを結ぶ英国初の高速線として、2003 年 9 月に部分開業し、ロンドンとパリの間を結ぶ大陸間高速鉄道であるユーロスターの英国内での高速化をめざし、専用路線を敷設して進められている。日立が応札したのは、CTRL Domestic 車両として CTRL 線区周辺の在来線経由で CTRL 線に乗り入れ、ケ

ント州地区とセントパンクラスを高速で結ぶ車両としてケント州地区沿線の通勤に利用されるもので、区間内の最高速度は 200 キロメートル以上を目指していた。

日立製作所は、2004 年 10 月 27 日、英国の鉄道行政機関である鉄道戦略庁(Strategic Rail Authority)および車両のリースを行う HSBC Rail UK Ltd.から、CTRL 線(Channel Tunnel Rail Link:ドーバー海峡トンネル連絡線)で運行される高速鉄道用車両 29 編成 174 両(1 編成 6 両で構成)および同車両の保守事業に関する優先交渉権を獲得し、2005 年に受注している。当初 2 億 5 千万ポンド、28 編成で発注され、その後に 1 編成の追加発注(合計 29 編成)となっている。また、支払いに関しては日立自らがプロジェクト・ファイナンスに参加してファイナンス上の自己ポジションをとるなど、受注条件としても導入側のハードルを下げる工夫も行っている。尚、2003 年 7 月の入札には、シーメンス、アルストムも応札していたが、価格的にも日立が優位にあったとの報道があるがシーメンス、アルストムの提示額は不明である。

【製品スペックと規格対応】

日立が納入した車両(「A-train」という)は、「クラス 395」と命名され、ダブルスキン構造のアルミニウム合金製の軽くて丈夫な車両で(従来の車両よりも軽いが軽すぎると危険になるという意味で軽さの限界値を迫及したもので、この当時シーメンスもボンバルディアも軽さを実現していなかった)、その製作に際しては鉄道車両への適用を世界に先駆けて実現した FSW (Friction Stir Welding:摩擦攪拌接合)を採用するなど、日立の提唱する最新の技術により実現する次世代鉄道車両となっており、車両は 6 両 1 編成で CTRL 線内の最高速度は時速 225 キロメートルとなっている。車両設計にあたり、衝突安全性能を定めた英国及び欧州の規格 (RGS 及び TSI) を満たす必要があったため、先頭形状について新幹線車両設計時に使用されたトンネル微気圧波シミュレーション技術が用いられている。

日立は鉄道車両のメンテナンスも請け負っており、英国における鉄道のメンテナンス会社である「日立レールメンテナンス社」の英国アシュフォード車両整備拠点(英国ケント州アシュフォード)を 2007 年 10 月にスタートさせている。日本市場では車両納入までをビジネスとしており、メンテナンス・ノウハウ構築のために日本市場での鉄道オペレーターである JR 東日本とコンサルティング契約を締結し、日本発のオペレーション・ノウハウを英語に翻訳して英国のメンテナンス拠点に持ち込んでいる。

【導入までの活動】

日立が英国鉄道への参入に着手した 1999 年当時、英国の鉄道車両市場は「ビッグスリー」と呼ばれるボンバルディア、シーメンス、アルストムによる寡占状態にあったが老朽化した車両の旺盛な置き換え需要が見込まれ、2000 年、2001 年と相次いで 2 件の車両案件への入札を試みたものの、受注には至らなかった。日立は、インフラの異なる英国での実績作りのため、2002 年、日立製の駆動装置のインバータとモータを英国既存車両に載せて試験走行を行う V-Train プロジェクトを実施し、無故障走行を達成したことから、英国の鉄道業界においても日本品質が実現することを確認するエビデンスを提供した。

また、日本と英国では鉄道の規格が大きく異なっていることから、その後の Class 395 の車両開発では、欧州独自の規格である「衝突安全性」をクリアする必要があるとあり、設計の正当性について審査機関の承認を獲得するために多大な時間を費やした。実物大のモックアップを使った実証実験やスーパーコンピュータによるシミュレーションを組み合わせた『解析主導設計』という新しい手法で、先頭車両などに組み込まれている吸収衝撃構造を開発したことが報告されている³。これらの努力により、最初の英国鉄道車両プロジェクトである Class 395 の契約に至っている。

【導入後の経緯】

Class 395 の納入では、予定の納期であった 2009 年 12 月末を順守しただけでなく、契約より約半年も早く営業運転を開始し、正式営業運転を 2009 年 12 月 13 日に開始した。これにより納期遅延が恒常化していた英国の鉄道業界では、日立のプロジェクト遂行能力が高く評価された。また、クラス 395 の運行開始 6 日目の 2009 年 12 月 18 日、イギリスを襲った大寒波により、英仏海峡トンネルを走っていたユーロスターの車両（アルストム製）がトンネル内で故障し、およそ 500 人の乗客および乗員がトンネル内に閉じ込められる事故が発生した。冷たいフランス国内を走ってきた列車が暖かい海峡トンネル内に入って結露した水分で電気系統が故障したことが原因であり、他の車両が軒並み運行不能になる中で当局はトンネル内に閉じ込められた乗客を救うため「クラス 395」を救援列車として英仏海峡トンネルを走行させ、取り残されていた乗員乗客全員を 16 時間ぶりに救出した。また大寒波と大雪の中でジャベリン（槍という意味、クラス 395 の通称）だけが運行に支障がなかったことから、これらのニュースが BBC で大々的に報道された他、YouTube にクラス 395 の動画がアップされ称賛のコメントが相次いだことにより、寒さに強い日立製は一躍有名となった。それでも当初、評判のよくなかったクラス 395 は乗客からの不満が原因（不満の内容は不明）で開通後 4 ヶ月にして縮小運行されたが、翌年の 2010 年の 12 月にも同様の寒波が到来し 2009 年に引き続き交通網が大混乱した際にもジャベリンだけは唯一ダイヤ通りに運行したため、再評価され日立の次の IEP での受注につながったとされる。

【F/W 事例としての位置づけ】

大寒波によるストレスがなければ日立が高い評価を受けることはなかった可能性があるものの、ライバル企業である仏アルストム製のユーロスター列車が走行不能になる中で日立の高信頼性は、改めてユーザーに高信頼性を認識させた事例といえる。CTRL の日立製列車の雪・寒波への耐性が立証されたのが 2009 年 12 月であるのに対して、ウクライナ高速鉄道の現代ロテム製車両が大雪で停止したのは 3 年後の 2012 年 12 月であることを考えると、ウクライナ鉄道当局はユーロスターの列車停止事故からは何も学んでいなかったということになる。

³ 川崎健、用田敏彦、山口貴史、欧州鉄道向け車両技術、日立評論、Vol.89, No.11, 872-873, 2007

⑤ 潜在的な F/W 事例：英国都市間高速鉄道車両置き換え計画(IEP)／日立

【計画の背景と入札価格】

IEP とは、英国運輸省(DfT: Department for Transport)の都市間高速鉄道計画(IEP: Intercity Express Programme の略)で、イースト・コースト本線 (East Coast Main Line: ECML) やグレート・ウェスタン本線 (Great Western Main Line: GWML) の高速鉄道計画である。2007 年 11 月に公募が開始され、2012 年 7 月に日立が正式契約している。

2014 年 4 月には、日立と英国ジョン・レイング(John Laing)社が主要株主である特別目的会社アジリティ・トレインズ(Agility Trains)社を通じ、ECML 向け車両 497 両(Class800 シリーズ 65 編成)の納入ならびに 27 年半に渡る保守事業の正式契約を締結した。具体的には、2012 年 7 月に一括受注した車両 596 両(92 編成)のうち、既に融資契約(Financial Close)を締結している GWML 向け 369 両(57 編成)を除く商務契約(Commercial Close)済みの 227 両(35 編成)と 2013 年 7 月に追加受注を内定した ECML 向け 270 両(30 編成)に関する融資契約を締結し、日立はアジリティ・トレインズ社向けに、合計 866 両(122 編成)の車両製造、ならびに 27 年半に渡る保守事業を実施する内容で、総額 57 億ポンド(約 1 兆円)で受注している。

同社笠戸事業所で 76 両が製造され、残りの 790 両は約 8,200 万ポンドの費用で建設中の英国北東部のダーラム州ニュートンエイクリフの工場で製造される (2015 年夏竣工、2016 年生産開始)。既に 2015 年 3 月に日本で製造された車両が納入されており、2017 年から運行開始予定となっている。

列車は「クラス 800」と命名され、「クラス 395」と同じく日立の A-train で、アルミ押し出し型材を用いたダブルスキン構体で車体強度にすぐれ軽量化が図られていると同時に、型材の接合に摩擦攪拌溶接 (FSW) 工法が採用され、強度改善、構体の見栄えの向上がはかられている。最大の特徴は、交流 25,000V の電化区間では架線より集電し、電化区間以外では床下に設置された着脱式のディーゼル発電機から電力を得るという点にある。これによりイギリス全土を走行することができる。将来全線が電化された場合には、ディーゼル発電機を外すことが可能な設計となっている。

【F/W 事例としての位置づけ】

日立は IEP 入札で「クラス 395」で獲得した信頼を活かした形となったが、以前は現地メンテナンス工場のみであったのに対して、この入札では現地製造にまでバリューチェーンを拡大しており、現地生産による 730 人の雇用創出にも配慮したことが英国での鉄道ビジネス拡大につながっており、英国の鉄道市場に根をおろす覚悟が見て取れる。更にこれが 2014 年 10 月のエジンバラ～グラスゴー線(予定)の近郊車両、234 両 70 編成と長期保守契約の優先交渉権の獲得にもつながっている。

4. 5 事例分析からの示唆

1) 経験あるオペレーターが「安物買いの銭失い」で省いているもの

本章で取り扱っているのは、ウクライナ、ボストン、英国ともに鉄道運用経験を有している導入者であり、開発途上国で起きるような鉄道インフラ運用の経験不足により問題が生じている事例ではない。

英国運輸省は、日立の列車の日本における高い品質は承知していたが、独シーメンス製や仏アルストム製とは異なり、日立製が英国の鉄道システムにおいても機能するかどうかについては未知数であったため、日立側の提案により日立製の駆動装置のインバータとモータを英国既存車両に載せて試験走行を行う V-Train プロジェクトを実施し、無故障走行の達成を確認してから導入を決めている。妥当な措置と考えられる。

一方、ウクライナでは、少し調べればわかることであるが、現代ロテム社製の車両が KTX 向け車両で度重なるトラブルが発生している事実^{4,5}を把握せず（あるいは知っていたかも知れないが目をつぶり）、実証試験を実施せずに現代ロテムの HRCS2 の導入を決定し、導入後 1 年間で 178 回の故障を経験し、導入後 2 年で車両亀裂による全車両の運行停止に至っている。ボストン市交通局 MTBA は、南東ペンシルバニア交通当局が導入した現代ロテム社製車両のトラブルを調査していれば、MTBA でもトラブルが発生することを予測できたはずであるが、現代ロテム製の車両を導入し数多くの故障を経験している。ウクライナもボストン MTBA も、対象メーカーの導入事例で発生しているトラブルを調査せず、かつ実証試験を経ずに導入を決定している点が英国運輸省との大きな違いとして指摘できる。

ボストン MTBA の場合、現代ロテムでトラブルを経験しながらも、現代ロテムからの購入価格である 1 輛 2.7 億円よりも更に安い中国北車の 1 輛 2.1 億円の車両を実証試験を経ずに大量発注しており、再度、予期せぬ故障やトラブルに陥る可能性が予想される。

これらの事例からは、入札による低コスト導入が重視され過ぎると、導入側が実施すべき「確実に運行されるというエビデンスの検証」が疎かになる傾向が読み取れる。

4 現代ロテムが KORAIL（韓国鉄道公社）に 2010 年から 2014 年 8 月までの納品した車両で 521 件の欠陥が発生し（2010 年 72 件、2011 年 125 件、2012 年 101 件、2013 年 154 件、2014 年 8 月までで 69 件）、計 521 件の欠陥のうち 156 件は改善処置すら実施されていなかった。仏アルストムが設計し現代ロテムが製作した「KTX-1」（著者注：正確には 12 編成は仏アルストムが製作、残り 34 編成は仏アルストムから主要部品を輸入し現代ロテムがノックダウン生産）では 920 両の列車から 516 件の欠陥が発生、現代ロテムが独自に設計・製作した「KTX 山川」では 240 両から 405 件の欠陥が発生している（ハンギョレ 2014 年 10 月 22 日）。

5 KORAIL は 2010 年現代ロテムが設計・製作した「KTX 山川」190 台の供給を受けて運行を開始したが、2010 年 3 月から 2013 年 1 月までに機器の誤作動によって列車が停止するなど 64 回にわたる故障やトラブルが発生し、2011 年 4 月には「KTX 山川」の一部の車両の減速機に欠陥が見つかり、KORAIL は全ての車両に対する点検と補修を求める「リコール」が発生したことから、KORAIL は現代ロテムを相手どり損害賠償を求めてソウル中央地裁に提訴し、地裁は 64 件の故障やトラブルのうち 1 件を除き全て製作段階での欠陥によるものと認め、約 7 億円の賠償を命じている（朝鮮日報、2014 年 12 月 17 日）。

2) 品質・信頼性に対する要求への対応

日立は、英国のインフラ会社からは軌道ダメージ低減と消費エネルギー低減の観点から車両の軽量化に対する強い要求を受け、アルミ車両による軽量化を実現した。線路に要求される交換頻度は重量・速度・頻度の関数であり、車両重量の低減は線路交換頻度に直結している。したがって、車両の軽量化は保守・運用コストを低減させるための根本的なソリューションのひとつと考えられ、英国運輸省の要求は、衝突安全性、空気力学特性、電波無障害特性等の欧州にはあるが日本にはない規格適合や無故障といった点以外に、低い保守・運用コストを追及していた。英国への対応に関する限り、日本製がガラパゴス的な過剰品質が問題になっている形跡はなく、規格対応は困難を極めたとされるものの高い技術力に基づいた対応能力が発揮されていることが日立の事例からは示された。

3) 品質・信頼性に関する導入後の検証

ユーザー経験が次の受注を生むリピードオーダーのサイクルに入ると、日立におけるクラス 800 の IEP への納入のように好循環する一方、現代ロテムのように「焼畑農業」的に次のユーザー開拓にシフトしていく行動形式ではいつかは破綻することになる。

鉄道サービス品質の評価という観点ではいくつかの研究があるが、「パフォーマンス基準のインセンティブ契約」という手法も存在しており⁶、品質のパラメータとして、1ヶ月当たりの列車の遅延時間(分)、列車の振動、技術的なミス(数)などがあり、スウェーデンでは効果をあげていることが報告されている^{7,8}。Stenbeck (2008) の報告によれば、スウェーデンの事例では、所有者が設定する目標値をクリアできなければ、契約者にペナルティが発生し、技術的ミスや列車の遅延は第三者によって監視され、スウェーデン鉄道庁の情報システムに記録されるように設定されたが、第三者の遠隔地からの監視はこのスキームの成功の一因であったとしている。所有者と契約者は品質の測定方法、数量化の方法、補償の方法について同意しており、各項目の改善に対する報酬には重み付けが設定されており、遅延の改善が 60%、技術的ミスが 30%、振動が 10%としている。Stenbeck (2008) は、伝統的な単位価格契約もしくはコストプラス契約から一括払いのパフォーマンス契約に移行する場合には品質の数量化と評価手法が重要であり、スウェーデンにおける鉄道の維持補修の品質に関するインセンティブ契約は客観的に観察可能な 3 つの指標について、ボーナス(ペナルティ)という金銭的インセンティブを設けて、契約企業の努力を促すことで有効

⁶ 田邊勝巳、外国論文紹介「パフォーマンス基準のインセンティブ契約」、運輸政策研究、Vol.12, No.1, 2009 Spring, 59-60

⁷ Stenbeck, T [2007], “Promoting Innovation in Transportation Infrastructure - Maintenance Incentives, Contracting and Performance-Based Specifications”, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.

⁸ Stenbeck, T [2008], “Quantifying Effects of Incentives in a Rail Maintenance Performance-Based Contract”, *Journal of Construction Engineering and Management-Asce*, Vol. 134, No. 4, pp. 265-272.

に機能したと主張している。仮にこうした定量的品質基準が存在していれば、2つの事例、ウクライナ高速鉄道 - 現代ロテム HRCS2、英国 CTRL-日立 class395 の違いはより明確になるものと考えられるし、ボストン MTBA における現代ロテム BTC-5/CTC-5 のトラブルがどの程度のダメージであったかも推定できよう。また、日本勢の高品質・高信頼性は過剰品質なのか適正品質なのかという点も明確になってくるであろう。既にエアラインでは品質ランキングサービス会社として SKYTRAX 社が格付けを実施しているが⁹、インフラサービスの定量評価の実施は、高品質・高信頼性が認知されるためのプラットフォームとして認識する必要があるだろう。ただし、選択された指標が真のパフォーマンスを測定せず、次の契約で適切な対応が取られない場合、観察不可能な要因によってサービス品質が低下し、資産の状態が悪化する可能性があることも指摘されており、測定基準のパラメータ設定そのものが実は日本勢の高品質の差別化要因とも密接に関連していることは留意する必要があるだろう。ウクライナ、英国の事例で共通していたことは気象変動に対する耐性であり、欧州規格をクリアしているアルストム製のユーロスターが動けず、日立製のみが稼働できたという事実は欧州規格に未対応の欠落部分があることを示しており、日本勢の強みを規格に反映させることで高品質・高信頼性をよりビジブルにすることも可能になる。JR 東日本などの日本のドメスティック・オペレーターは独自のサービス品質定義と測定を行っており、日本独自のガラパゴス的進化を遂げているが¹⁰、日立が JR 東日本にコンサルティングを依頼して英国に持ち込んだノウハウはその一部に過ぎず、オペレーターと車両メーカーが共同することで、新たな鉄道サービス基準を策定することも可能であろう。

一方、欧州勢は鉄道国際規格 International Railway Industry Standard (IRIS)の整備し、2007年から運用を開始している。IRISは品質マネジメントに関する国際規格 ISO9001を基本としつつ、鉄道産業に特化したマネジメントシステム評価の為に開発されたセクター規格であり、サプライチェーン全体をより強化することにより、鉄道車両の品質及び信頼性を向上させることを目指している。仏 Alstom、カナダ Bombardier、独 Siemens Transportation の3大メーカー、Knorr Bremse(輸送用機器製造業)、Hasler Rail(鉄道データ収集・記録システム設計開発)、Focon Electronic Systems(旅客情報システムソリューションサービス)などが参加しているが、鉄道サービスの品質管理の試みとしては日本独自の強みが反映されない部分があり、脅威であると同時に日本の弱みでもある。

国土交通省は、2000年(平成12年)に鉄道技術標準化調査検討会を設置し、鉄道事業者、関係産業等と協力して、日本の優れた技術を発信するなど国際標準化活動に取り組み、2009年度(平成21年度)は「鉄道分野における標準化活動のアクションプラン」に基づき活動

⁹ 1989年に創立された SKYTRAX 社は、ロンドンに拠点を置く航空業界の格付会社で、「1スター」から「7スター」までの星の数で航空会社を評価する「エアライン・スター・ランキング」のほか、独自の Web アンケートなど各種の顧客調査に基づき、200社を超える航空会社を対象に評価・表彰を行う「ワールド・エアライン・アワード」も実施している。

¹⁰ 例えば、JR 東日本ホームページ：<http://www.jreast.co.jp/servicepj/>

しており、2010年(平成22年)4月に(財)鉄道総合技術研究所に鉄道国際規格センターを設置、2012年(平成24年)9月には、(独)交通安全環境研究所が我が国では初めて鉄道分野における国際規格の第三者認証機関として認定を獲得、2012年(平成24年)4月設立の国際標準化機構(ISO)の鉄道分野専門委員会(TC269)への個別規格の提案及び委員会の運営への参加、国際電気標準会議(IEC)の鉄道分野専門委員会(TC9)への参加など、日本の鉄道技術の国際標準化の推進に取り組んでいる。しかしながら、欧米勢だけのサークルで作成された欧州規格は2007年にスタートしていることも事実であり、今後の国際規格の整備の方向と既存の欧州規格の関係が整理され、日本の技術的あるいはサービス上の優位性が国際規格に組み込まれることが期待されている。

4.6 「安物買いの銭失い」を防ぐ方法はあるか

鉄道のオペレーション経験を十分に保有している先進国のオペレーターですら、「W/F 調達=安物買いの銭失い」に陥る事例を本報告ではとりあげた。開発途上国におけるインフラ整備ではコストに対する感受性はより高いものと想定され、今後の市場拡大に伴い低品質の製品・サービスの供給者によって更にその被害は拡大していくものと想定される。高品質・高信頼性を売りにする日本勢にとってはいかにこれを防いでいくかが戦略的な課題であり、数少ない事例研究からの示唆ではあるがそのための方策を最後に検討しておきたい。

1) 信頼性と品質に関する基準の整備

信頼性や品質に関する基準が整備されること及び日本の技術的優位性が認知の対象となることは、日本の高い鉄道サービスのノウハウを世界に移植している上で必要不可欠な条件である。英国運輸省は、日本の鉄道サービスのクオリティを知らながら明確な基準がないために日立に英国のインフラでの実証試験を要求したのは、彼らの物差しでの評価を必要としたからであった。

国際規格への日本の関与は開始されているが、ハードウェアだけでなく日本国内での高いサービス品質自体がオペレーター内に閉じたノウハウとして眠っており、これを形式知化すること、更には規格に載せていくことが求められよう。英国に輸出されたJT東日本の保守ノウハウやインド地下鉄に移転された正確な運行のためのオペレーション・ノウハウ¹¹はこうしたアプローチの典型的な例であり、ガラパゴスのノウハウを英語に変換して一定の形式知として移転されているが、こうしたオペレーショナルな知識体系を含めて基準の対象とされるべきであろう。スウェーデン鉄道庁が実施した定量測定は、品質と信頼性に関する基準を導入してプロバイダー・インセンティブにリンクさせるという意味では先行事

¹¹ デリー高速輸送システム建設事業。東京メトロに匹敵する規模のデリーメトロは、2002年に運行を開始し、総事業費の約半分がJICAを通じて日本の円借款によって賄われている。デリーメトロでは、電力回生ブレーキシステムや光センサーを利用した工事中の安全対策システムなどの日本の省エネ・安全対策技術が活用されているほか、運行ノウハウや乗客の整列乗車などのソフト面のノウハウ移転が行われ、インドで唯一数分の誤差で運用されている鉄道として、毎日200万人に利用されている。

例であり、日本の鉄道サービスの優位性における暗黙知部分の解明と形式知化のために、更なるオペレーター側の協力が必要となろう。これは図4-2で概念上の保守・運用コストを想定していたものを実際に測定可能な指標を提供していくことに相当している。

JR 東日本では、列車に搭載したセンサーから“ビッグデータ”を収集している¹²。走行中に取得する線路や架線の状態に関するデータを分析し、保守作業に活用する計画でこれを「スマートメンテナンス」と呼び、膨大な計測情報をビッグデータとして捉えてリアルタイムに保守情報を処理するシステムを開発し、運行の安全性を高めるとともに、保守業務の効率化によるコスト削減につなげている。こうしたアプローチは、世界の鉄道事業者や車両メーカーには未着手の領域であり、JR 東日本研究開発センターが世界をリードしている。こうした日本独自の取組みは、当然に次世代の規格設定に転換されていくことが期待される。

2) 情報共有インフラの整備と潜在的ステークホルダーへの情報拡散

車両導入、インフラ導入の事例データベースが整備されることが必要である。どこの国でどのような条件で導入された鉄道インフラ案件が、どのような車両やシステムのサプライヤー編成で、どのような故障やトラブルが発生しているかが容易に分かれれば、判断のサポートになるであろう。SKYTRAX 社がエアラインで提供しているように、詳細な鉄道サービスの品質が継続的にモニタリングされ情報が誰でもアクセス・検索できていれば、ウクライナ国民やボストン市民は容易にチェックすることができたし、これが抑止力となって「安物買いの銭失い」を防ぐことができたであろう。また、レファレンスデータにより担当者の追及が容易になることから「安物買いの銭失い」に陥った時の責任も明確になり、懸念される汚職も減るであろう。こうした包括的なインフラ情報の透明化は品質基準の整備が前提となるが、多言語対応でかつサードパーティポジションをとることで、これからインフラを導入するオペレーターやそのユーザーや納税者など広範なステークホルダーに対して、「W/F 調達＝安物買いの銭失い」を防ぐ抑止効果を持つ可能性があるし、質の悪いプロバイダーの駆逐に効力を発揮するであろう。情報共有インフラが整備されることで「良貨が悪貨を駆逐する」構造をつくる必要がある。

3) 契約によるリスクヘッジとパフォーマンス測定支援

導入後一定期間の品質保証と無償修理、定額でのアフターサービス契約、一定期間内のキャンセルオプションなどは、本来オペレーターや導入者を守る最低限のヘッジと考えられる。実際、ボストン市交通局 MTBA は一定期間内のキャンセルオプションを設定していたことが安物買いに対するリスクをとらせている一面があるように考えられる。この種のヘッジを含む契約締結に関する契約書雛形データベースの提供は、オペレーション経験の少

¹² 日経コンピュータ、「JR 東が「車両ビッグデータ」で保線業務改革、走りながら異常の予兆を把握」、2014/08/26 号

ない新規導入者にとっては重要なレファレンスとなるであろう。したがって、情報共有インフラの中には、契約書データベースや契約内容要旨のデータベースも必要となる。

更には、Stenbeck（2008）らが提案するような「パフォーマンス基準のインセンティブ契約」を締結し、パフォーマンスによるボーナス／ペナルティを付与することにより「安物買いの銭失い」のダメージを和らげる効果が期待できる。このような考え方に立てば、日本の ODA、JICA 等による支援、アジア開発銀行(ADB)による融資においては、インフラ輸出そのものを支援できない案件や日本企業が納入に関与していない案件でも W/F 調達が疑われる案件に対しては、「パフォーマンス基準のインセンティブ契約」の締結とパフォーマンス測定基準の設定／測定を支援することが求められ、第三者として日本側の評価期間がその業務を担当することによって当該インフラ導入国をある程度保護することができる。今後は、AIIB が手掛けて日本企業が関与しないインフラ案件も、こうしたお目付け役をつけることで導入国のダメージを最小化していくことが求められてこよう。前掲の図 4-2 で説明するならば、安物買いを行ったインフラ導入者でも「パフォーマンス基準のインセンティブ契約」付であれば、保守・運用コストの限界点を超えない範囲での安物買いとなり、最悪な形での銭失いまでには至らないことが期待される。

4) ファイナンスモデルの改善

図 4-2 に示したように、F/W 調達では初期投資額が大きくなり、導入者の負担を減らすために、何らかのブリッジが必要となる。英国 CTRL における日立の受注獲得の要因のひとつは、ファイナンスビークルに対する資金提供を日立自身も実施した点にあり、この点もアルストムやシーメンスに対する差別化要因となったとされている。

F/W 調達の特徴である「初期投資の大きさ」を低減し支払いを運用開始以降に分散させるためのストラクチャード・ファイナンスを提供することが、インフラ導入者を W/F 調達から遠ざけるためには必要と考えられる。PPP（プライベート・パブリック・パートナーシップ）は、水道やガス、交通など、従来地方自治体が公営で行ってきた事業に、民間事業者が事業の計画段階から参加して、設備は官が保有したまま、設備投資や運営を民間事業者任せの民間委託などを含む手法であるが、資金不足の導入者に対してこの手法をとる場合でもファイナンス上の工夫として、回収モデルと「パフォーマンス基準のインセンティブ契約」の組合せ、輸出する側の公私の金融機関の各種ファイナンス・スキームの組合せ等を追及したり、他の投資家を組み込むようなリミテッド・パートナーシップを編成する余地も追及していくべきであろう。日本勢の製品を導入することにより高品質・高信頼性とメンテナンス費用の低減が実現するという前提が成立するならば、パフォーマンス基準のインセンティブ契約を組み込んでも、初期投資額を少なくして支払いを後ろに分割するストラクチャード・ファイナンスは原理的には成立するはずであり、契約の工夫によるリスクヘッジを実現するファイナンス・スキームを構築することは可能である。

4. 7 まとめ

本章では、日本勢の鉄道輸出が抱える課題を整理する SWOT 分析から出発し、基本的な課題としての、①国ぐるみ一体セールス、②国際規格への対応、③パッケージ化の 3 点には変更はないものの、

- ・日本の強みは高信頼性にあるが、価格が高く競争者の低価格攻勢に耐えられない
- ・日本の強みが価値として認知されるためには工夫が必要であること
- ・日本の弱みとしてリストアップされる事柄は構造的で解決が容易ではない

といった認識から、ガラパゴスのように発達した日本の高度な鉄道システムを「良いものとして高く売る」ことは可能かという問いを掲げて分析をスタートした。これは別の言い方をすれば、如何にインフラ導入側の「安物買いの銭失い」を回避させるかという問いでもあった。

「安物買いの銭失い」と「賢いユーザー」を包括的に記述するモデルを提示するとともに、「安物買いの銭失い」の典型例と解釈できるウクライナ高速鉄道、逆に「賢いユーザー」の典型例と解釈できる英国運輸省の CTRL/IEP 計画を中心とした事例を比較したが、ここから導かれたことは、「安物買いの銭失い」は

- ・プロバイダーの履歴（故障やトラブル）に対する調査不足と実証試験の省略
- ・予算の限界から起こる、初期投資額の許容レベルの低さ
- ・悪質プロバイダーの焼畑農業的な売り込み姿勢

から起きており、逆に「賢いユーザー」は逆の行動をとっていることが特徴であった。

一方、日本勢として、導入先の「安物買いの銭失い」を積極的に防ぎ、自らのポジションを有利にしていくための示唆としては、

- ・日本の高品質・高信頼性を国内オペレーターと共同で評価可能な形式で提示すること
- ・日本の技術的優位を国際規格に反映させてガラパゴス化を最小化すること
- ・品質・信頼性を導入者が比較可能とする情報データベースを整備し提供すること
- ・パフォーマンス基準のインセンティブ契約等の契約形態の工夫を行い、安物買いが発生した際にも、インフラ導入者を積極的に保護するスキームを提供すること
- ・初期投資額を低減するためのファイナンス・スキームを開発し提案していくこと

などの点であった。

現状、ブラジル、メキシコ、インド、タイ、インドネシア、マレーシアなどでは高速鉄道の導入検討が進んでおり、日本もトップセールスを含めて積極的に活動しているが、各国とも「W/F 調達＝安物買いの銭失い」に陥る可能性が依然として非常に高いと想定されている。SWOT 分析であげた「脅威と弱みの組合せ」からくるリスクを補い、「機会と強みの組合せ」を実現していく必要性は益々高まってきており、本章で実施した 5 つの事例分析とそこから得られる示唆は、今後の打ち手に対するヒントを提供している。

第5章 特許データによる鉄道技術の競争力分析

本章では、まず日本及び諸外国における鉄道関連特許の出願状況を概観し、やや詳細な技術分野ごとの各国の動向や出願分布、主要なプレイヤー等（企業、研究機関等）を明らかにする。さらに、主要プレイヤー別に技術分野の分布や海外への特許出願の動向等を把握し、最後に共同出願の相手等の分析を行う。

本章における分析に使用するデータベースは、European Patent Office が提供する Worldwide Patent Statistics Database (PATSTAT) 2014 年 Spring バージョンである。収録するデータの範囲やパテントファミリーの定義等の詳細は、PATSTAT Data Catalog を参照のこと；<http://www.epo.org/searching/subscription/patstat-online.html>

5. 1 鉄道技術に関する IPC 分類について

国際特許分類（IPC）は階層的な構造を持っているが、B セクションの 60 番台（B60～B68）は「運輸」関連のクラスであり、この中で B61 クラスが「鉄道」に割り当てられ

Class	Sub-class	説明
運輸		
•B60	車両一般	
•B61	鉄道	
	B61B	鉄道方式 他に分類されない設備
	B61C	機関車 動力車
	B61D	鉄道車両の種類 車体細部
	B61F	鉄道車両懸架装置, 例. 台枠, 台車, 車軸装置 異なる間隔の軌道に使用する鉄道車両 脱線防止 車輪保護装置 障害除去装置 類似のもの
	B61G	連結器 引張 緩衝装置
	B61H	鉄道車両に特有の制動装置 その他の減速装置 鉄道車両における制動装置 その他の減速装置の設備 配置
	B61J	車両を移動するもの 入れ換えするもの
	B61K	鉄道のための他の補助装置
	B61L	鉄道交通の案内 鉄道交通の保安
•B62	鉄道以外の路面車両	
•B63	船舶またはその他の水上浮揚構造物; 関連機具	
•B64	航空機; 飛行; 宇宙工学	
•B65	運搬; 包装; 貯蔵; 薄板状または線条材料の取扱い	
•B66	巻上装置; 揚重装置; 牽引装置	
•B67	びん, 広口びんまたは類似の容器の開封または密封; 液体の取扱い	
•B68	馬具; 詰め物, かわ張りされた物品	

図1 IPC 分類 B セクションの運輸技術クラスおよびサブクラス

B61B 1/00: 停車場, プラットホーム 側線の一般的配置 軌条網 鉄道車両の操車方式			
B61B 3/00: 懸吊車両をもった高架鉄道方式			
B61B 5/00: 懸吊車両をもたない高架鉄道方式			
B61B 7/00: 懸架された屈曲自在の軌道をもったロープ鉄道方式			
B61B 9/00: 剛体軌道と牽引ケーブルを有する市街鉄道 鋼索鉄道方式 [2]			
B61B 10/00: パワーアンドフリー方式 [2]			
B61B 11/00: 案内つきの引張ケーブルのみを有するスキーリフト, そりリフト 類似の無軌道方式			
B61B 12/00: グループ7/00~11/00に分類されない構成部品, 細部 付属品 [2]			
B61B 13/00: 他の鉄道方式			
B61B 15/00: 鉄道方式の結合			
B61C 1/00: 蒸気機関車 動力車			
B61C 3/00: 電気機関車 動力車			
B61C 5/00: 内燃機関 ガスタービンをもった機関車 動力車			
B61C 7/00: 他の機関車 動力車			
B61C 8/00: 蒸気 空気圧式機関車 動力車供給ステーション			
B61C 9/00: 使用されている伝動システムの形式に特徴をもつ機関車 動力車 機関車 動力車に用いられている特別の伝動システム			
B61C 11/00: 牽引力の供給手段の形式に特徴をもつ機関車 動力車 普通の駆動輪以外の走行装置の配列 配置			
B61C 13/00: 特別の方式, 目的に使用されることに特徴のある機関車 動力車			
B61C 15/00: 補助装置ならびに補助手段による始動力 制動力の持続装置と増大装置 車輪滑り防止装置 駆動輪間の牽引力の制御部分			
B61C 17/00: 部品の配列 配置 他に分類されない細部 付属品 制御装置および制御方式の使用 [2]			
B61D 1/00: 一般的な鉄道客車			
B61D 3/00: 無蓋貨車 有蓋貨車			
B61D 5/00: 流動物運搬用タンク車			
B61D 7/00: ホッパー車 [2]			
B61D 9/00: テッパ			
B61D 11/00: 籠車			
B61D 13/00: 市街鉄道車両			
B61D 15/00: 他の鉄道車両, 例 足場車 レール上で使用するための車両に関する応用			
B61D 17/00: 車体構造の細部			
B61D 19/00: 鉄道車両独特の扉装置			
B61D 23/00: 鉄道車両用ステップ構造			
B61D 25/00: 鉄道車両独特の窓装置			
B61D 27/00: 暖房, 冷房, 換気, 空気調和			
B61D 29/00: 鉄道車両用の照明装置の配置			
B61D 31/00: 寝台設備			
B61D 33/00: 座席			
B61D 35/00: 衛生施設			
B61D 37/00: 他の付属具 設備			
B61D 39/00: 無蓋貨車 そのようなものを覆うカバー 防水布 可動 折りたたみ屋根			
B61D 41/00: 予約席の表示器 警告 同様なもの チケットに関連した装置, 例 チケット保持器 荷札用保持器 同様なもの			
B61D 43/00: 車両の運動エネルギーを用いる装置			
B61D 45/00: 積荷の緊縛方法 装置, 衝撃に対して保護するものを含む			
B61D 47/00: 車両に取付けられた積荷, 荷卸し装置, 例 積荷用プラットホーム			
B61D 49/00: 他の細部			
B61F 1/00: 台枠			
B61F 3/00: 台車の形式			
B61F 5/00: 台車構造の細部 台車と車両台枠との接続 曲線通過時に車軸 台車を調整するか 自動調整を可能にするための配置 装置			
B61F 7/00: 異なる軌間に使用するために装備される鉄道車両			
B61F 11/00: 車輪以外の装置による軌道との結合に特徴のある鉄道車両, 例 ボールによるもの			
B61F 13/00: 車輪装置に特徴のある鉄道車両で他に分類されないもの			
B61F 15/00: 軸箱			
B61F 17/00: 鉄道車両の軸箱用として特徴のある潤滑			
B61F 19/00: 車輪保護装置 ハンパー 障害物除去装置 類似のもの			
B61F 99/00: このサブクラスの他のグループに分類されない主題事項 [8]			
B61G 1/00: さまざまな形状の係合部材と連結手段としてのリンク, 棒, ピン, シャックル フックより構成された連結器			
B61G 3/00: 付加的な単一 複数の構成要素を用いずに連結可能な類似形状の対向部材をもった連結器			
B61G 5/00: 他に分類されない特別な目的の連結器			
B61G 7/00: 細部 付属具			
B61G 9/00: 引張装置			
B61G 11/00: 緩衝装置			
B61H 1/00: 車輪のリム, ドラム, 同様のものの周面と協同して操作される部材をもつ制動装置			
B61H 3/00: ドラム 同様のものの内面と協同して外方向に操作される部材をもつ制動装置			
B61H 5/00: 軸方向に共に圧力を受ける実質的に半径方向の制動面をもつ制動装置, 例 ディスクブレーキ			
B61H 7/00: 軌道と協同する部材をもつ制動装置			
B61H 9/00: 特殊鉄道方式 種々の目的に適合するようにされたことを特徴とする そのために改造した制動装置			
B61H 11/00: 他に分類されない制動 減速装置 異なる種類 形の装置の組合せ			
B61H 13/00: 鉄道車両制動の作動装置			
B61H 15/00: 摩耗補償機構, 例 弛み調整器			
B61J 1/00: 転車台 還車台 鉄道車両を他の車両鉄道 ドリで輸送するもの			
B61J 3/00: 入れ換え 近距離牽引装置 急勾配において列車を牽引するための 発車助勢装置としての同様な装置 そのための車両推進装置			
B61J 99/00: このサブクラスの他のグループに分類されない主題事項 [8]			
B61K 1/00: 走行中の列車への 走行中の列車からの乗客, 物品, 荷物の移送 走行中の列車からの車両の切り離し 走行中の列車への車			
B61K 3/00: 軌条 車輪縁に散水 給油するもの			
B61K 5/00: 軌道に車両を乗せるための装置 脱線器 車両軸 車輪を昇降するもの			
B61K 7/00: 軌道に固着した車両止め 軌道に固着した軌道制動 減速装置 砂軌道 そのようなもの			
B61K 9/00: 鉄道車両輪郭ゲージ 過熱部分の検出 指示 軌道の欠陥部分を指示するために機関車 車両に設けられている装置 普通の種			
B61K 11/00: 機関車に特に使用するもの, 例 炭水補給所で水, 砂 類似のものを供給 除去するもの			
B61K 13/00: 鉄道のための他の補助装置 付属装置			
B61L 1/00: 路線に沿って車両 列車と連動して制御される装置			
B61L 3/00: 車両 列車上の制御装置のために路線に沿って設けられた装置, 例 制動弛めのためのもの, 警報信号を動作させるためのもの			
B61L 5/00: 転てつ器 軌道設置車輪止めブロック用の区間操作機構			
B61L 7/00: 転てつ器, 信号機, 軌道設置の車輪止めブロック用区間操作装置の遠隔制御			
B61L 9/00: 転てつ器, 形表信号機, ゲート用に特に適応させた照明			
B61L 11/00: 車両からの 車両の通過による転てつ器の操作			
B61L 13/00: 車両からの 車両の通過による信号機の操作			
B61L 15/00: 合図の目的のために車両 列車上に設けた表示器			
B61L 17/00: 操作場用の転てつ装置			
B61L 19/00: 単一の運動装置によって転てつ器と信号機を連動させるための装置			
B61L 21/00: 駅構内の信号所間の閉塞装置			
B61L 23/00: 路線に沿った, あるいは車両間 列車間の制御, 警報あるいは類似の保安装置 [4]			
B61L 25/00: 車両, 列車 軌道に設置した装置の位置, 状態を記録 表示するもの			
B61L 27/00: 集中制御方式			
B61L 29/00: 踏切の保安 信号装置			
B61L 99/00: このサブクラスの他のグループに分類されない主題事項 [8]			

図 2 IPC 分類 B61 「鉄道」サブクラスの詳細構成 (メイングループまで)

ている。B61 クラスはさらに B～L の 9 つのサブクラスに分けられるが（図 1）、それらの説明は公式には以下のようにになっている。この説明ではそれぞれのサブクラスが具体的にどのような技術分野を包含しているのか直感的には理解しにくいところもあるが、図 2 のメイングループ（サブクラスのさらに下位の技術分類）の説明と合わせてみると、おおむね B61B サブクラスは「ロープウェイやケーブルカー等を含む、鉄道の方式そのもの」、B61C サブクラスは「動力車・機関車」、B61D サブクラスは主として「客車や貨車」、B61F サブクラスは主として「台車」、B61G サブクラスは主として「連結・緩衝装置」、B61H サブクラスは主として「制動装置」、B61J サブクラスは主として「車両入換え装置」、B61K サブクラスは「その他の補助装置」、B61L サブクラスは主として「信号・制御システム」にかかわる技術から構成されていることがわかる。

5. 2 鉄道技術の全般的動向およびサブクラス別の動向

PATSTAT に収録されている全特許出願レコードを対象として、付与されている鉄道技術の IPC サブクラスをカウントすると図 3 のようになる（1 件の出願に複数の IPC 記号が付与されることがあり、ここで示したのは重複カウントの結果である。故に、これらを合計しても実際の出願件数にはならないことに注意）。最も多い技術分類は「客車（貨車）」に関するものであり、次に「信号・制御システム」の分類付与が多いことがわかる。

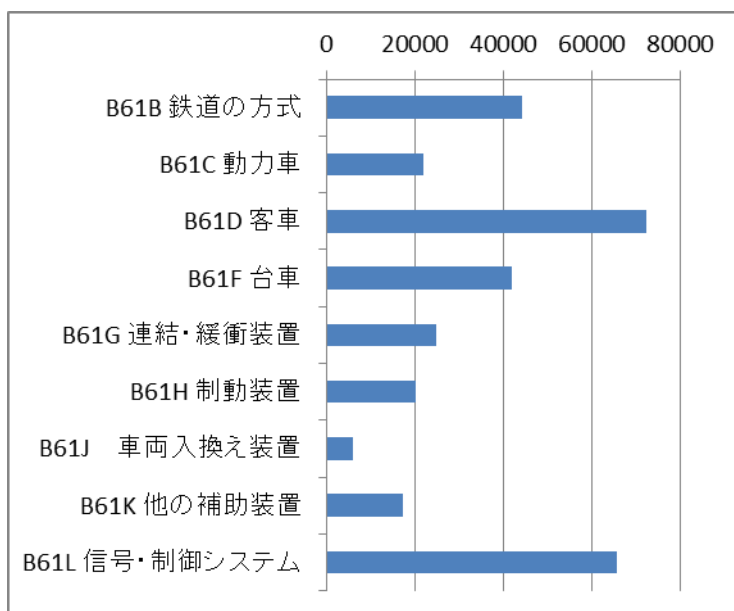


図 3 鉄道技術の各サブクラスの付与総数

図4はB61クラス全体の過去110年間の出願推移および、最近50年間の推移を拡大したものである。鉄道技術は、第一次世界大戦終了後の1920年代に一つのピークがみられる。これは米国の「狂騒の20年代」における鉄道開発ブームに相当するピークであり、シュムックラーにより詳しい分析がなされている。¹³

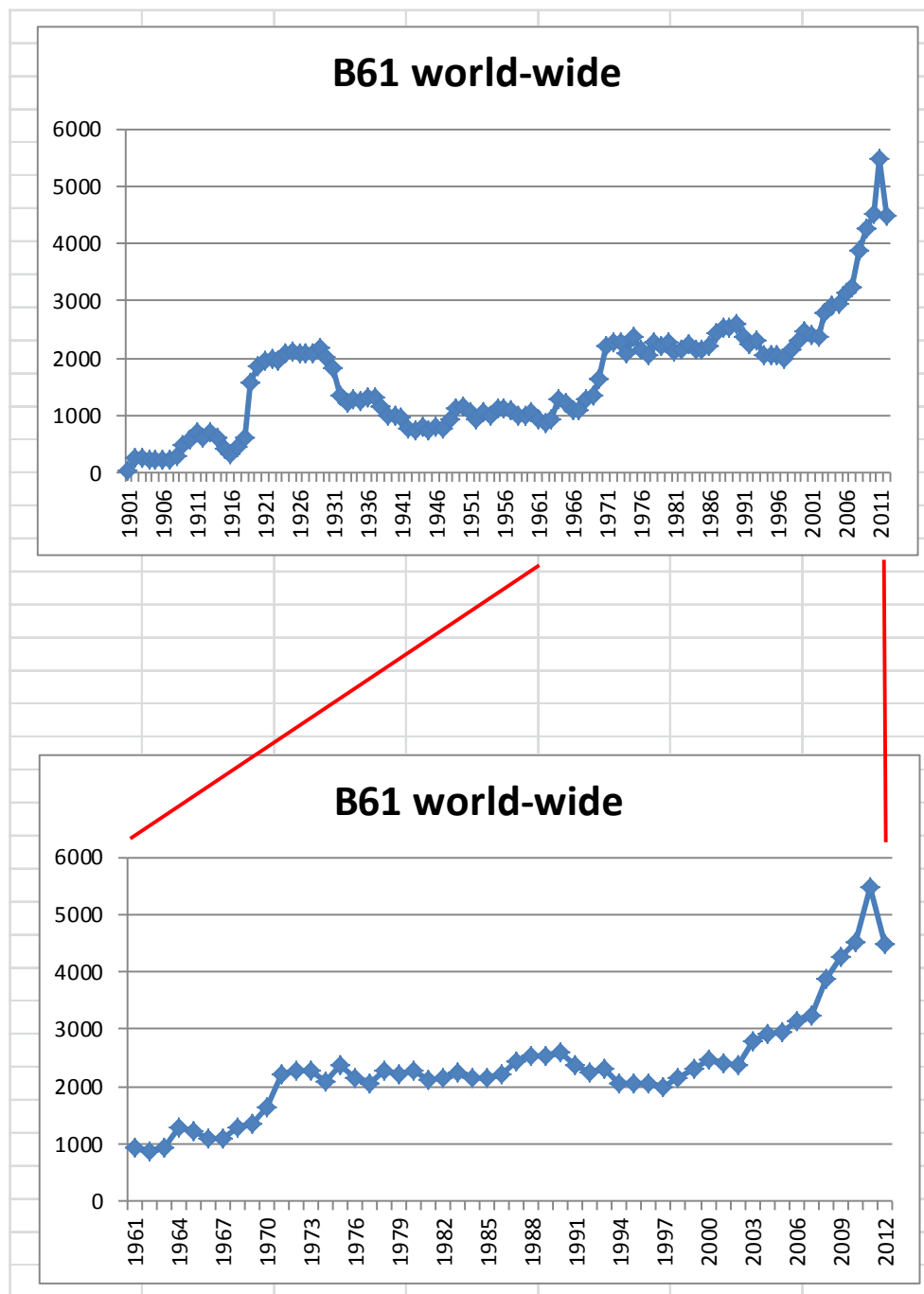


図4 鉄道技術全体の過去110年間の特許出願推移

¹³ 富田徹男氏による解説 <http://t4tomita.lolipop.jp/gp/schmookl.html> を参照のこと。

その後、1930年代～第二次世界大戦後の1960年代まではほぼ一定の特許出願が継続したのち、1970年代から再び高いレベルの出願が行われるようになる。そして、2000年以降にとりわけ急激な特許出願ブームがはじまり、現在に至っている。

出願件数の動向をサブクラス別に見たものが図5であり、それらを分野別のシェアで見たものが図6である。1920年代のブーム時には、信号制御と客車、動力車、台車、連結器、制動装置などが出願が盛んであり、1970年代には「鉄道的方式」の出願が大きく増加した。また、2000年以降の出願では、「信号・制御システム」や「その他の補助装置」、「動力車」などの分野の出願が多くなっている。

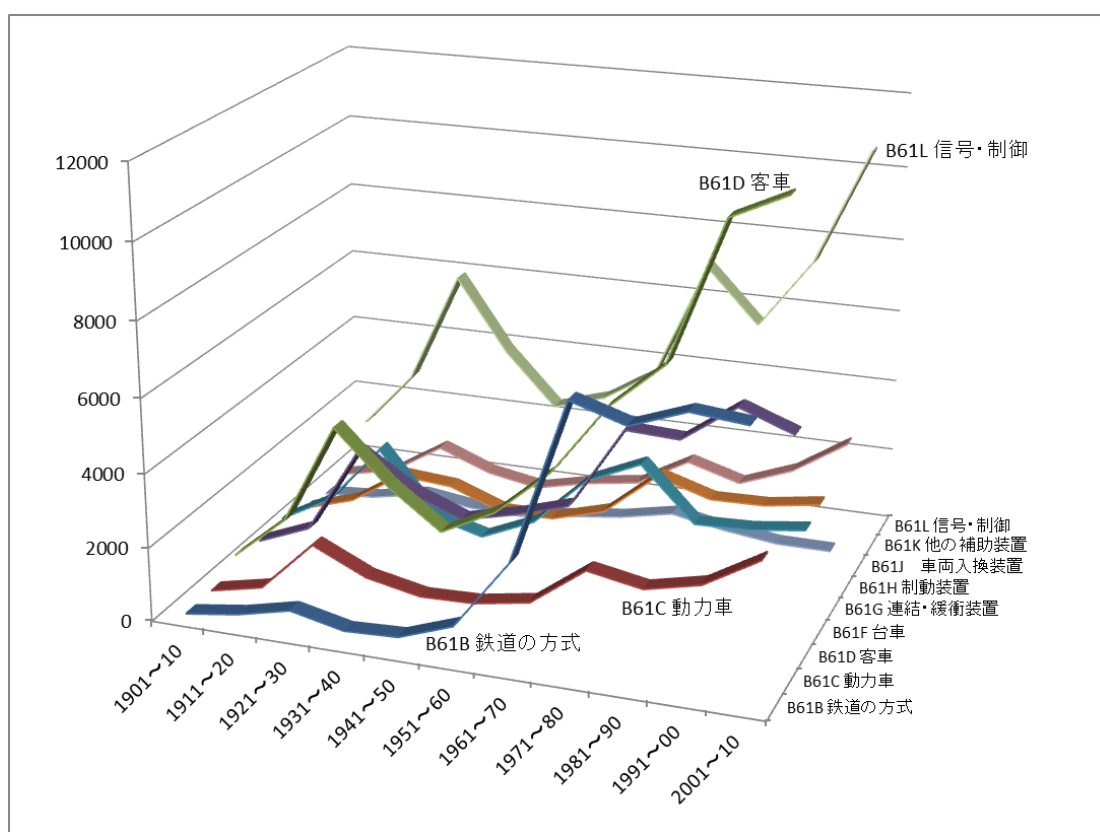


図5 サブクラス別の出願動向

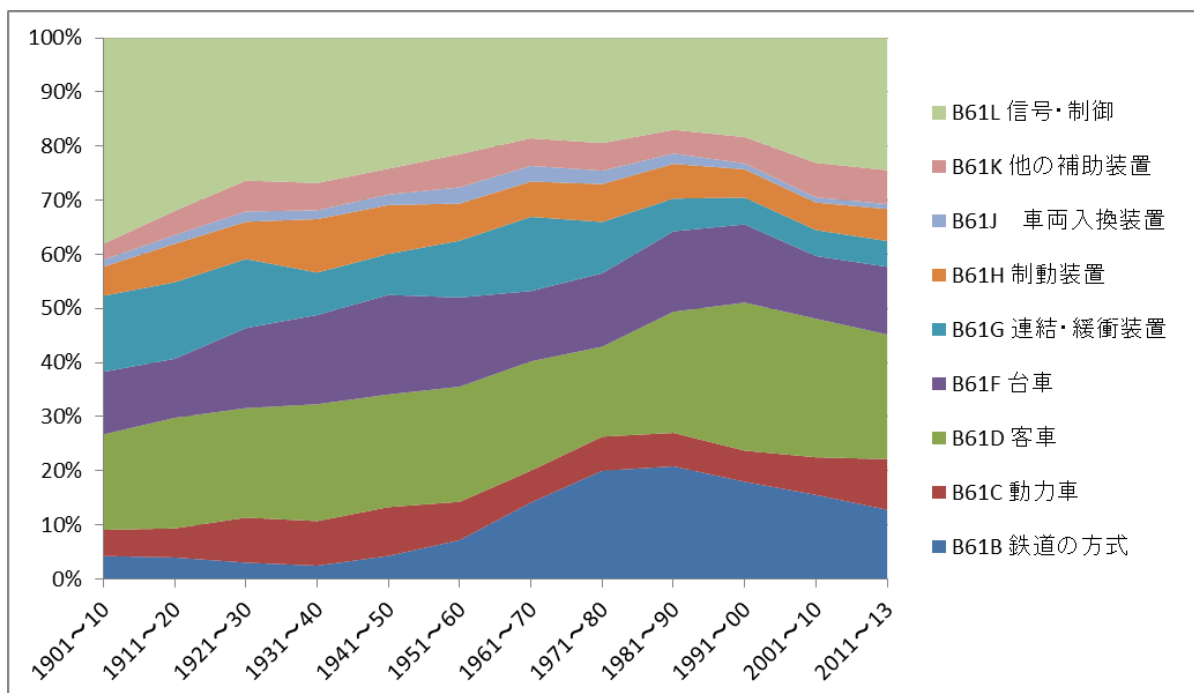


図 6 サブクラスのシェアの長期的推移

5. 3 国別の鉄道技術特許出願の動向

特許出願を国別に集計する場合には、出願元の国と出願先の国を区別して集計する必要がある。出願元の国には幾つかの定義がある（出願人の所在地、発明者の所在地など）が通常、全ての出願人について国籍を判定することは困難を伴う。ここでは、パテントファミリーに注目した集計を行う。パテントファミリーとは、ある発明が母国を含めて複数の国に出願されたもの、すなわち実質的には単一の発明であるが、世界で見ると複数の出願がなされてファミリーを形成しているものをいう（実際には母国にしか出願されない特許も多数あるが、そのようなものも含めてファミリーという）。このようなパテントファミリーにおいては、通常、母国への出願が最初に行われ、その後パリ条約の優先権主張に基づいて他国に出願するか、PCT 出願を行うことが多い。つまり、近似的にはパテントファミリーの中の第一出願国が、その発明の生まれた国（出願元）であるとみなすことができる。

図 7 は、そのようにしてパテントファミリー単位で、鉄道関連の特許の第一出願国を集計した結果である。トップは日本、僅差で米国が続き、第 3 位がドイツ、第 4 位が中国、第 5 位フランスという結果となった（旧ソビエト連邦とロシアをまとめるとフランスより多くなるが、ここでは一応フランスが第 5 位であるとみなす）。

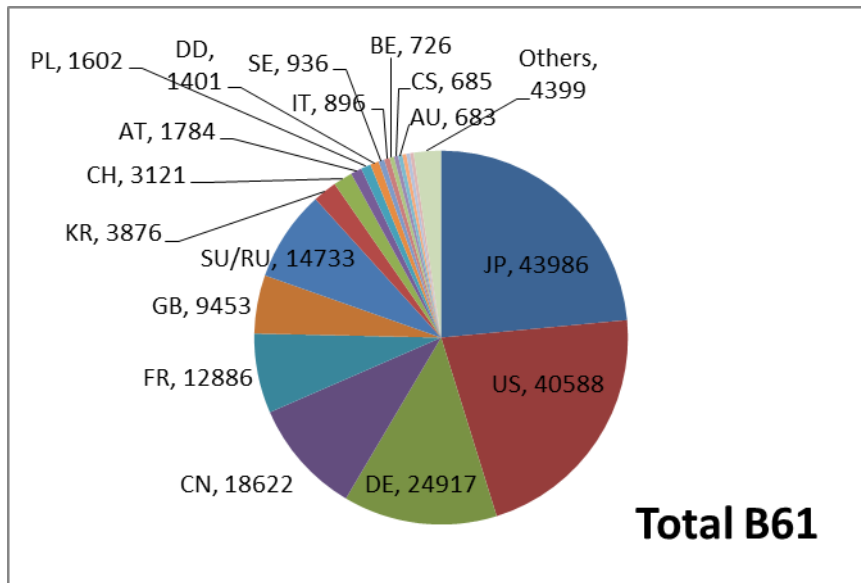


図 7 鉄道関連特許の出願元国別パテントファミリー数

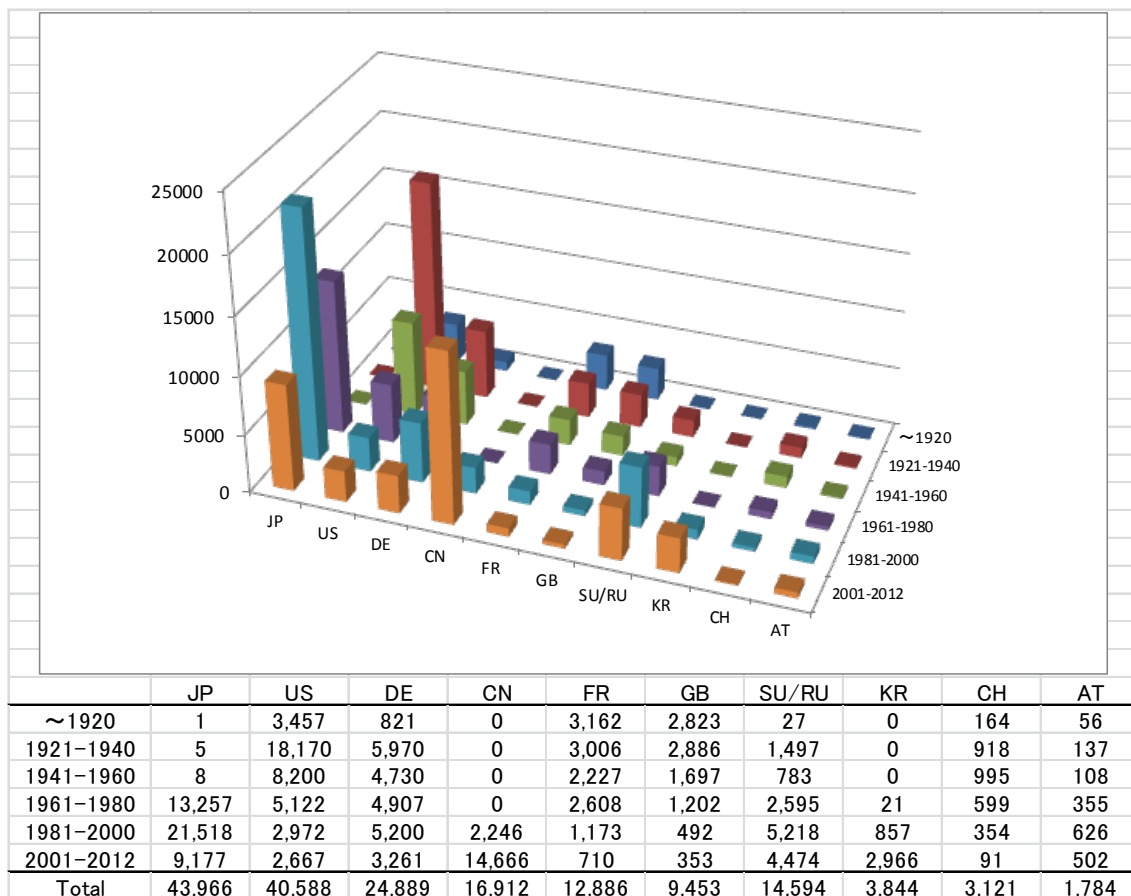


図 8 出願の多い上位 10 か国の出願件数の長期間の推移

図 8 は上位 10 か国の出願推移を示したものである。米国の 1920 年代の突出した件数は顕著であり、米国、フランス、英国はいずれも近年になるほど出願が減少傾向にあることが判る。日本の出願は 1960 年代に急増し、1980 年代から 90 年代にピークに達したようである（2000 年代以降は完全には把握できていないので、最近減少傾向にあるかどうかははっきりとは分からない）。ドイツは 1920 年代以降、ほぼ一定した出願を維持している。近年増加が激しいのは中国と韓国である、特に中国は 2000 年代では最大の出願国になっている。

次に、1,991 年以降に出願されたパテントファミリー（権利が生きている可能性がある最近の特許）に限定して、第 1 出願国と第 2 以下の出願国を分けて集計した。すなわち、前述のように第 1 出願国が出願元（Origin）であり、第 2 以降の出願国が出願先（Target）であるとみなすことができる。図 9 は日本と米国がどのような国に出願しているかの件数と構成比を、また図 10 は同様にドイツ、フランス、中国の出願先の件数と構成比を示している。

日本の出願先は自国内が圧倒的で、83.2%を占めている、自国内以外の出願先としては米国や中国、欧州特許庁（EP）、韓国、台湾などが多い。米国の出願はこの時期（1990 年代以降）には前述のようになりに少なくなっており、出願先は自国内が 37.8%、隣国のカナダが 14.3%、オーストラリア、欧州特許庁、中国、メキシコなどが続いている。日本に比べると出願先がかなり分散していることがわかる。

Origin	Target			Origin	Target		
JP	JP	19,118	83.2%	US	US	4,391	37.8%
JP	US	828	3.6%	US	CA	1,663	14.3%
JP	CN	736	3.2%	US	AU	1,003	8.6%
JP	EP	511	2.2%	US	EP	836	7.2%
JP	KR	478	2.1%	US	CN	609	5.2%
JP	TW	345	1.5%	US	MX	587	5.1%
JP	DE	269	1.2%	US	BR	391	3.4%
JP	CA	124	0.5%	US	JP	372	3.2%
JP	AU	91	0.4%	US	DE	358	3.1%
JP	SG	72	0.3%	US	ZA	299	2.6%
JP	GB	57	0.2%	US	RU	153	1.3%
JP	HK	55	0.2%	US	AT	145	1.2%
JP	AT	55	0.2%	US	KR	127	1.1%
JP	ES	49	0.2%	US	ES	81	0.7%
JP	RU	37	0.2%	US	GB	77	0.7%
JP	FR	34	0.1%	US	TW	54	0.5%
JP	BR	29	0.1%	US	AR	37	0.3%
JP	MX	23	0.1%	US	NZ	36	0.3%
JP	ZA	8	0.0%	US	PL	35	0.3%
JP	NL	7	0.0%	US	HK	32	0.3%

図 9 日本と米国それぞれ（Origin）の出願先国（Target）

Origin	Target			Origin	Target			Origin	Target		
DE	DE	6,741	40.1%	FR	FR	1,298	26.3%	CN	CN	18,045	98.6%
DE	EP	2,946	17.5%	FR	EP	724	14.7%	CN	US	78	0.4%
DE	AT	1,336	8.0%	FR	DE	340	6.9%	CN	AU	44	0.2%
DE	US	840	5.0%	FR	US	327	6.6%	CN	EP	32	0.2%
DE	ES	828	4.9%	FR	AT	297	6.0%	CN	DE	22	0.1%
DE	CN	579	3.4%	FR	ES	288	5.8%	CN	JP	16	0.1%
DE	JP	412	2.5%	FR	CA	251	5.1%	CN	RU	15	0.1%
DE	AU	337	2.0%	FR	CN	228	4.6%	CN	CA	15	0.1%
DE	DK	310	1.8%	FR	JP	225	4.6%	CN	KR	9	0.0%
DE	CA	281	1.7%	FR	KR	132	2.7%	CN	HK	5	0.0%
DE	RU	256	1.5%	FR	RU	112	2.3%	CN	SG	4	0.0%
DE	PL	232	1.4%	FR	AU	110	2.2%	CN	BR	4	0.0%
DE	CZ	186	1.1%	FR	DK	76	1.5%	CN	TW	3	0.0%
DE	PT	169	1.0%	FR	BR	66	1.3%	CN	ES	3	0.0%
DE	NO	134	0.8%	FR	PT	64	1.3%	CN	MX	2	0.0%
DE	HU	127	0.8%	FR	PL	37	0.8%	CN	EA	2	0.0%
DE	KR	122	0.7%	FR	MX	28	0.6%	CN	GB	2	0.0%
DE	FI	99	0.6%	FR	ZA	26	0.5%	CN	AT	1	0.0%
DE	SK	95	0.6%	FR	TW	23	0.5%	CN	FR	1	0.0%
DE	CH	87	0.5%	FR	CZ	22	0.4%	CN	SE	1	0.0%

図 10 ドイツとフランス、中国それぞれ (Origin) の出願先国 (Target)

ドイツおよびフランスの出願は、米国と同様に自国内の比率が少なく、欧州特許庁やヨーロッパ域内の国、米国、中国、日本などが多い。中国の出願は極端に自国内に集中しており (98.6%)、外国へはほとんど出願されていない。

特許出願のターゲットとしてどの国を選択するのは、一般的に①当該国における市場の大きさ、②生産拠点としての重要性、③技術知識の集積度、などに左右されると考えられるが、鉄道技術の特許にも如実にそれが表れている。日本企業が鉄道インフラの輸出に目を向ける時に、これら最近の知的財産権をしっかりと押さえているかどうか、制約条件の一つとなる可能性があるだろう。

5. 4 主要国の主な特許出願人 (企業・機関)

次に、よりミクロな企業 (機関) 単位での技術戦略を分析するために、データベースの構築を行う。特許出願を企業 (機関) 単位で分析するためには、出願人の名寄せ (表記ゆれや名称変更など) を行う必要がある。通常、この作業は手作業で行うが、完全な名寄せは非常に難しい。ここでは、主要な出願人を分析するために、まず上位 5 か国について、全期間を通して 50 件以上の出願が記録されている企業・機関を対象として、手作業で名寄せを行った (図 9)。その結果、日本については最上位 6 社・機関 (日立製作所: Hitach、JR、東芝: Toshiba、三菱電機: Mitsubishi、日本信号: Nippon_sig、鉄道総合技術研究所: R_tech)、米国については上位 4 社 (THE UNION SWITCH & SIGNAL COMPANY: USSC、W. H. MINER, INC: Miner、AMERICAN STEEL FOUNDRIES: ASF、GENERAL RAILWAY SIGNAL COMPANY: GR_Signal)、ドイツについては上位 3 社 (SIEMENS、LORENTZ、DEUTSCHE BAHN: DB)、フランスについては上位 3 社 (ALSTOM、

On_#_JP	On_#_US	On_#_DE	On_#_CN	On_#_FR	On_#_KR	On_#_TH
1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50

図9 主要5か国の上位出願人の名寄せ(途中段階)

ると考えられるが、米国企業に関しては再編や吸収合併が頻繁であり、名寄せが完全にできていない可能性もある。ドイツについては Siemens が圧倒的であり、日本のように鉄道会社の存在はあまり大きくない。フランスは Alstom がトップであるが、出願総数はあまり多くなく、日立製作所や Siemens の 1/10 程度である。中国は南車集団と北車集団（合併予定）が圧倒的であるが、これらの集団の特許・実用新案は実際には様々な事業所から分散して出願されており、特許戦略としてはさほど統一されていない可能性がある。大学が上位に出現するのも、中国の大きな特徴である。また、南車集団、北車集団共に実用新案の比率が高い（70~80%）ことがわかる（ドイツ企業の実用新案の比率は非常に小さい）。

5. 5 各社・機関の鉄道技術の分布と変遷

前節で抽出した主要企業・機関がどのような技術分野に強い競争力を持っているのかを見てみる。図 11 および図 12 は日本の 6 企業・機関について、IPC サブクラス別に 1991 年以降の技術分類付与数を集計したものである。

まず、日立製作所であるが、日立の特許が累積で多いのは B61D「客車・貨車」と B61L「信号・制御システム」であることがわかる。ただし、B61D の出願は 1990 年代から 2000 年代にかけて一貫して徐々に減少してきており、最近では B61C「動力車」や B61F「台車」とほぼ同レベルになっている。一方、B61L「信号制御システム」の出願は徐々に増加しており、特に 2009 年以降の増加は著しく、最近では過半数の出願が B61L に集中する状況になっている。日立は IT 技術の導入により、鉄道事業の収益源を鉄道から信号システムへと徐々に転換していく方針を持っていると伝えられている¹⁴が、特許分析からはこのような技術戦略が 2008 年~2009 年ごろから開始されているものと読み解くことができよう。

JR グループ（実際には JR 東日本と JR 東海が大半を占める）の出願パターンは、累積で多いのは B61L「信号・制御システム」と B61D「客車・貨車」であるが、日立のように時代とともに B61L が増加し B61D が減少するような傾向ははっきりとは見られず、コンスタントな出願を続けている。また、JR の出願は日立に比べて B61C「動力車」が少なく、B61K「他の補助装置」が多いことが特徴としてあげられる。

三菱電機がもっとも多く出願しているのも日立や JR と同様に B61L「信号・制御システム」であるが、第 2 位は B61B「鉄道の方式」であって、B61D「客車・貨車」よりも多い。また、三菱電機は B61F「台車」にはほとんど出願していないが、B61C「動力車」にはかなり出願しているという特徴を持っている。

日本信号は、名称通り信号機の専門メーカーであり、特許出願も B61L に集中している。その件数は 1999 年ごろをピークとして、2000 年代はかなり低迷していたが、日立と同様に 2009 年ごろからは再び、信号・制御システムへの出願を活発化させている。

¹⁴ 日本経済新聞 2014 年 11 月 20 日記事「日立、鉄道信号システム事業でシンガポールに拠点」など。世界の鉄道大手は既に、車両よりも信号で収益を確保しているとされる。

	AppYear	B61B 鉄道的方式	B61C 動力車	B61D 客車	B61F 台車	B61G 連結・補機装置	B61H 制動装置	B61J 車両入換装置	B61K 他の補助装置	B61L 信号・制御
Hitachi	1991	12	3	42	17	1			1	11
Hitachi	1992	17	2	43	10	1				19
Hitachi	1993	7	5	64	11		1			25
Hitachi	1994	1	3	43	6	2			3	19
Hitachi	1995	10	13	52	17	1	2		1	27
Hitachi	1996	5	11	42	16	1	1			36
Hitachi	1997	8	10	34	12	1	1		1	29
Hitachi	1998	13	8	38	9	1		1	1	27
Hitachi	1999	11	4	39	7	1			1	35
Hitachi	2000	9	6	39	22	2			1	23
Hitachi	2001	12	7	43	13		1		1	34
Hitachi	2002	6	3	30	5				1	28
Hitachi	2003	3	12	28	16	6	3		3	33
Hitachi	2004	6	6	28	12	2			1	29
Hitachi	2005	3	9	33	14				3	28
Hitachi	2006	2	14	33	17	4	1		2	30
Hitachi	2007		6	15	15	3	1		1	31
Hitachi	2008	3	16	21	10	1				35
Hitachi	2009	3	3	15	5	1	1		1	56
Hitachi	2010	1	12	18	10	1			2	47
Hitachi	2011	1	5	11	7	1	1		1	51
Hitachi	2012		2							3
Hitachi	1971-2012 total	457	478	1241	582	56	66	101	90	1032
JR	1991	6	1	16	5		3		11	21
JR	1992	16		30	5	1	8	1	8	21
JR	1993	24	1	26	9	2	4	1	10	43
JR	1994	3	5	28	7	2	4		7	40
JR	1995	7		16	8	2	2	4	6	34
JR	1996	2	1	14	7	1	5		7	11
JR	1997	7		12	11		3	1	4	29
JR	1998	10	4	18	13	2	3		9	33
JR	1999	4	7	28	10	3	3	1	10	39
JR	2000	9	1	21	8	2	1	1	8	42
JR	2001	10	4	31	15	1	3		19	41
JR	2002	10	3	26	9			1	10	35
JR	2003	9	8	27	9	1	3	2	3	27
JR	2004	9	4	32	9	4	3	2	5	43
JR	2005	5	3	27	18	3	4		9	34
JR	2006	4	9	17	11	1	5		4	15
JR	2007	12	4	26	16	1	2	5	9	30
JR	2008	3	10	20	7	1			8	16
JR	2009	7	4	17	9	1	1	4	9	20
JR	2010	4	2	18	10	4	2	2	7	33
JR	2011	4	3	7	4	1	3		4	34
JR	2012	1		1	2			1		2
JR	1971-2012 total	236	111	547	241	47	75	83	222	809
Mitsubishi	1991	8	5	8	1				1	20
Mitsubishi	1992	12	2	7	2				2	23
Mitsubishi	1993	6	3	2	2				3	13
Mitsubishi	1994	3	2	1						16
Mitsubishi	1995	5		6					1	18
Mitsubishi	1996	7		1						19
Mitsubishi	1997	4	3	5	1				1	14
Mitsubishi	1998	7		4			1			29
Mitsubishi	1999	1		4			1			19
Mitsubishi	2000	14	2	1					1	17
Mitsubishi	2001	4	1	5			1		2	21
Mitsubishi	2002		3	5						44
Mitsubishi	2003	4	1	7	1				1	25
Mitsubishi	2004	9	3	4	1					22
Mitsubishi	2005	9	3	7					1	12
Mitsubishi	2006	6	5	6			1			13
Mitsubishi	2007	1	4	2			1			33
Mitsubishi	2008		4	9			4			22
Mitsubishi	2009	3	3	5		1				25
Mitsubishi	2010	12	1	15						31
Mitsubishi	2011	10	4	11		1				23
Mitsubishi	2012			4						8
Mitsubishi	1971-2012 total	301	108	217	45	4	29	24	23	708

図 11 日本の出願数上位 3 社の IPC サブクラスの分布と変化

	AppYear	B61B 鉄道的方式	B61C 動力車	B61D 客車	B61F 台車	B61G 連結・編組装置	B61H 制動装置	B61J 車両入換装置	B61K 他の補助装置	B61L 信号・制御
Nippon_Sig	1991			1						34
Nippon_Sig	1992	1								25
Nippon_Sig	1993	3								54
Nippon_Sig	1994									46
Nippon_Sig	1995	2		1						41
Nippon_Sig	1996			3	1				1	46
Nippon_Sig	1997	1		2	1		1			46
Nippon_Sig	1998	4		4					1	75
Nippon_Sig	1999	2	1	2			1		2	81
Nippon_Sig	2000	1		1					3	78
Nippon_Sig	2001	2	1							60
Nippon_Sig	2002		1							51
Nippon_Sig	2003									32
Nippon_Sig	2004	1								23
Nippon_Sig	2005			1						21
Nippon_Sig	2006									13
Nippon_Sig	2007									17
Nippon_Sig	2008	3		1						25
Nippon_Sig	2009	5		1			1		1	16
Nippon_Sig	2010	15		1			2			27
Nippon_Sig	2011	4	1				1		2	50
Nippon_Sig	2012									7
Nippon_Sig	1971-2012 total	66	5	20	2	10	14	6	24	1237
R_tech	1991	11	3	4	10	1	8			10
R_tech	1992	7	4	7	5	1	5			3
R_tech	1993	3	2	5	6	1	2		2	12
R_tech	1994	2	2	8	5		3		2	10
R_tech	1995	1	8	1	7		2		1	11
R_tech	1996	2	6	5	7	1	5			8
R_tech	1997	7	7	1	26	1	7		1	5
R_tech	1998	7	2		5		8	1	2	11
R_tech	1999	8	6	5	17	3	8	3	3	19
R_tech	2000	5	7	3	4	1	3		4	10
R_tech	2001	3	3	2	13	1	5	1	3	16
R_tech	2002	5	4	12	14			1	6	18
R_tech	2003	3	7	6	14		2		9	20
R_tech	2004	5	4	17	16	2	3		8	13
R_tech	2005	8	3	18	13	1	2		7	21
R_tech	2006	5	2	5	18	1	4		8	19
R_tech	2007	4	3	15	16	2	7		4	20
R_tech	2008	4	2	6	12		5		6	21
R_tech	2009	1	2	17	11	1	6		10	33
R_tech	2010		2	11	13	2	6		7	21
R_tech	2011	4	2	13	14	3	7		6	20
R_tech	2012			3	3		1			3
R_tech	1971-2012 total	153	101	205	310	25	110	9	108	387
Toshiba	1991	29	4	13	9	2	3		3	20
Toshiba	1992	20	10	9	3	1	3		1	22
Toshiba	1993	10	5	7	4	1	4	1	2	26
Toshiba	1994	8	6	7	1	2	3			24
Toshiba	1995	8	8	3	5	1	4		3	21
Toshiba	1996	3	4	2	6		3	1	2	17
Toshiba	1997	7	6	1	4	1	3			25
Toshiba	1998	2	5	4	2				2	16
Toshiba	1999	3	9	3	1	1	2		1	19
Toshiba	2000	3	11	5		1			3	16
Toshiba	2001	5	11	5	4		1		1	35
Toshiba	2002	1	7	6						10
Toshiba	2003	2	17	8	1					22
Toshiba	2004		12	3	3					11
Toshiba	2005	1	14	4	3	1	1			12
Toshiba	2006		16	4	5	2				15
Toshiba	2007	3	12	4	1					12
Toshiba	2008		6	5			1			15
Toshiba	2009		4	3	1					16
Toshiba	2010		6	4	3				2	13
Toshiba	2011		11	3						19
Toshiba	2012		8	1			1			5
Toshiba	1971-2012 total	580	292	250	169	19	56	36	29	594

図 12 日本の出願数 4 位～6 位の 3 社・機関の IPC サブクラスの分布と変化

鉄道総合技術研究所（鉄道総研）は、旧国鉄の鉄道技術研究所を引き継ぎ、主としてJR事業会社からの分担金により運営されている機関（公益財団法人）である。鉄道総研の特許で最も件数が多いのは他社同様に B61L「信号・制御システム」であるが、他の分野にもかなりまんべんなく、また継続的に出願されている。他社と比べると B61F「台車」や B61H「制動装置」などの比率が高く、鉄道技術の中でも基盤的な技術分野の研究開発を担っているものと理解することができる。

東芝の特許は他社同様に B61L「信号・制御システム」の出願が最も多いが、その件数はやや減少傾向にある。また、第2位の出願分野は B61B「鉄道システム」、第3位が B61C「動力車」であるが、B61Bの出願は1990年台以降は急速に減少しており、1991年以降に限定すると第2位は「動力車」となる。

上述のように、日本には多数の特許を出願する企業が多いが、その技術分野の分布は相互にかなり異なっており、ある程度の分業体制が出来上がっているとみなすことができるのではないだろうか。

	AppYear	B61B 鉄道の方式	B61C 動力車	B61D 客車	B61F 台車	B61G 連結・緩衝装置	B61H 制動装置	B61J 車両入換装置	B61K 他の補助装置	B61L 信号・制御
ASF	1991				1	4				
ASF	1992			3		2				
ASF	1993			2	5	1				
ASF	1994				7	1				
ASF	1995				2	1				
ASF	1996				4					
ASF	1997				5	3				
ASF	1998				3	1				
ASF	1999				3				1	
ASF	2000				3	4				
Miner	1991			1						
Miner	1993					1				
Miner	1994				1					
Miner	1995				1					
Miner	1996			1		1				
Miner	1998			3	2					
Miner	1999			1			1			
Miner	2000			2						
Miner	2001					2				
Miner	2002			1	1					
Miner	2003			3	1	1				
Miner	2004				1					
Miner	2005			2	1					
Miner	2006			1	1					
Miner	2007					1				
Miner	2008						3			
Miner	2009			2	1					
Miner	2010					2				
Miner	2011			1		1				
USSC	1991		2			2	1			
USSC	1992					2	2			
USSC	1993				1		5			
USSC	1994		7			5	8			1
USSC	1995					6	7			
USSC	1996		2	1		1	13			6
USSC	1997		2	2		4	4			6
USSC	1998			2		4	5			3
USSC	1999			1		2	7			1
USSC	2000					1	2			

図 13 米国の出願数上位3社のIPCサブクラスの分布と変化

図 13 は米国の上位 3 企業について、IPC サブクラス別に 1991 年以降の技術分類付与数を集計したものである。先に述べたとおり、米国の鉄道技術開発は 1920 年代をピークとして急激に低下しつつあり、ここに示すように 1991 年以降の特許出願数は多くない。また、ASF 社と USSC 社の出願は 2001 年以降把握されておらず、他社に買収・統合されたか事業から撤退した可能性が考えられる。

図 14 はドイツの上位 2 企業について、IPC サブクラス別に 1991 年以降の技術分類付与数を集計したものである。ドイツについては全期間の累計では Lorenz 社もかなりの特許出願を行っている（すべて B61L 分野）が、Lorenz 社の特許出願は 1991 年以降は把握されておらず、DB と Siemens の 2 社のみとなった。DB 社は JR 同様に鉄道事業会社であるが、技術開発はさほど活発とは言えず、特に 2000 年以降の出願はほとんどない。

	AppYear	B61B 鉄道の方式	B61C 動力車	B61D 客車	B61F 台車	B61G 連結・緩衝装置	B61H 制動装置	B61J 車両入換装置	B61K 他の補助装置	B61L 信号・制御
DB	1991			1	1	1	1			
DB	1992				2		2		1	
DB	1993			1	2			1	1	1
DB	1994			4	3			2	2	
DB	1995			8	3	1		2	2	1
DB	1996		1	6	2	6	1	1		2
DB	1997		1	6	4	3	1	2		
DB	1998	1	3	7	3	1	1	1	2	5
DB	1999		1	2	1	2				7
DB	2000				1				1	
DB	2001				1			2	1	1
DB	2002							2		3
DB	2003		1						1	
DB	2004			1	1				3	8
DB	2005								1	
DB	2006		1	1	1					2
DB	2007						1			1
DB	2008								2	3
DB	2009			1					3	1
DB	2011		1							
DB	2012						1			
Siemens	1991							4		3
Siemens	1992		3	1	4				1	9
Siemens	1993		2	1	1	1		2		13
Siemens	1994		3	1	7	1	2			28
Siemens	1995	3	4	3	3	1		3	2	26
Siemens	1996	2	6	5	3	1		2	2	34
Siemens	1997		3					2	4	35
Siemens	1998		2	3	5	1	1		3	35
Siemens	1999	1	5	1	3	1		1	4	36
Siemens	2000		4		2		3		3	16
Siemens	2001		4	6	5	2			1	17
Siemens	2002	1	13	4	9	1	2	1	1	20
Siemens	2003	1	13	17	1	2	1	1	1	25
Siemens	2004	4	3	14	7	5			6	31
Siemens	2005	1	11	30	11	4	1			29
Siemens	2006	1	13	16	3	3	1		2	34
Siemens	2007	2	8	20	4	2	1			30
Siemens	2008	2	9	29	4	4	1		1	41
Siemens	2009		10	17	3	2	2		3	28
Siemens	2010		7	13	8	1	4	1	2	37
Siemens	2011		6	34	2	1		1	5	59
Siemens	2012	1	3	40	5	2	2	1		21

図 14 ドイツの出願数上位 2 社の IPC サブクラスの分布と変化

Siemens の出願は非常に活発である。全期間を通して B61L「信号・制御システム」に活発な出願を続けていることに加えて、2000 年以降は B61D「客車・貨車」の出願を大きく増やしている。B61C「動力車」については、2000 年代初頭に活発に出願していた時期があったが、最近はやや低下しているようである。

図 15 はフランスの上位 2 企業について、IPC サブクラス別に 1991 年以降の技術分類付与数を集計したものである。フランスについても、ドイツの Lorenz 社と同様に信号専門の CSE 社が以前は活発に特許出願を行っていたが、1991 年以降の同社の出願は把握されておらず、最近では Alstom と鉄道事業会社の SNCF の 2 社のみが特許出願を行っている。Alstom の特許は Siemens や日立製作所に比べると多くはないが、B61L の「信号・制御システム」よりも B61D「客車・貨車」への出願が多いという特徴を持っている。

図 16 は中国の上位 4 企業・機関について、IPC サブクラス別に 1991 年以降の技術分類付与数を集計したものである。先に述べたように中国の出願は 2000 年代以降に出現して急速に増加しつつあり、このデータからもその状況が読み取れる。CSR と CNR の出願分野

	AppYear	B61B 鉄道的方式	B61C 動力車	B61D 客車	B61F 台車	B61G 連結・緩衝装置	B61H 制動装置	B61J 車両入換装置	B61K 他の補助装置	B61L 信号・制御
Alstom	1991		2	5		1	1			1
Alstom	1992		1	6	1	2	1			
Alstom	1993		2	10	4	1	2	1		2
Alstom	1994		1	6	3	1				3
Alstom	1995			1						4
Alstom	1996		2	4	6	2				1
Alstom	1997		2	4	9	3				1
Alstom	1998		1	8	6					
Alstom	1999		3	5	3		1		1	
Alstom	2000		4	9	6	2				1
Alstom	2001		2	1	3		2		1	5
Alstom	2002		1	3						3
Alstom	2003		1	5	3	1				1
Alstom	2004	1	2	7	2	1			1	1
Alstom	2005			2	1					1
Alstom	2006			8	1					6
Alstom	2007		11	12	11					3
Alstom	2008		7	13	2	1			1	3
Alstom	2009	1	5	4	3		1			3
Alstom	2010		3	2	1		2			7
Alstom	2011		3	1	2	1	1			2
Alstom	2012	1	3	5	4	2				5
SNCF	1991									1
SNCF	1992								1	1
SNCF	1993		1	1						
SNCF	1994			2			1			
SNCF	1996			1						1
SNCF	1998			2						
SNCF	1999								1	
SNCF	2001									1
SNCF	2003									1
SNCF	2004		1							
SNCF	2006			1						
SNCF	2008			3					1	
SNCF	2010			2			1			
SNCF	2011		2	6			2		1	1
SNCF	2012		1	3						2

図 15 フランスの出願数上位 2 社の IPC サブクラスの分布と変化

にほとんど違いはなく、主な出願分野は B61C「動力車」、B61D「客車・貨車」、B61F「台車」である。日本やドイツの企業にみられるような、B61L「信号・制御システム」への活発な出願は見られない。中国の主要な出願人として 2 つの交通大学がリストアップされているが、特に北京交通大学は B61L「信号・制御システム」の開発に力を入れているようである。もう一方の西南交通大学は、むしろ B61F「台車」の技術開発を得意分野としていることが観察される。

5. 6 各社・機関の国際的な特許の展開

図 17 は日本の 6 社・機関の特許出願を国内出願（日本国内のみに出願されたもの）と外国出願（日本国内に加えて 1 か国以上の外国に出願されたもの）に分けて集計したものである（グラフは日立、三菱、東芝の 3 社のみについて示した）。これを見ると、ある程度の国際的事業展開を前提とした特許戦略を立てているのは、日本ではほぼ日立製作所 1 社に限られるようである。JR や鉄道総研はおろか三菱電機や東芝でさえ、外国に出願した特許

	AppYear	B61B 鉄道的方式	B61C 動力車	B61D 客車	B61F 台車	B61G 連結・緩衝装置	B61H 制動装置	B61J 車両入換装置	B61K 他の補助装置	B61L 信号・制御
Beijin_JiatonU	2003									2
Beijin_JiatonU	2005									1
Beijin_JiatonU	2006								1	5
Beijin_JiatonU	2007			1					1	4
Beijin_JiatonU	2008	2	3						1	10
Beijin_JiatonU	2009								1	6
Beijin_JiatonU	2010	2		1					1	17
Beijin_JiatonU	2011		2	1			1		4	9
Beijin_JiatonU	2012	2	1	1	2					9
Beijin_JiatonU	2013								2	3
CNR	2007				1					
CNR	2008			6	6	7	2			1
CNR	2009			9	6	13				
CNR	2010		5	10	22	1	10	1		
CNR	2011		10	31	23	5	8		4	3
CNR	2012		22	22	25	15	14		4	1
CNR	2013		7	14	19	2	3		1	
CSR	2004				1					
CSR	2006		7	1	5	1			1	1
CSR	2007		1	1					1	5
CSR	2008			4	1		1		2	3
CSR	2009		4	4	6				1	3
CSR	2010		8	18	16	1	2		1	1
CSR	2011		18	33	33	5	11		2	4
CSR	2012	1	30	45	36	4	8		1	7
CSR	2013		17	28	21	3	11		4	6
SW_JiatonU	2001	1								
SW_JiatonU	2003								1	
SW_JiatonU	2004		1						1	
SW_JiatonU	2006				2	1				1
SW_JiatonU	2007	5		1	5	1			1	
SW_JiatonU	2008				5	1	1			
SW_JiatonU	2009				2	1				1
SW_JiatonU	2010		1	1					5	6
SW_JiatonU	2011		1	1	8	1	1		3	1
SW_JiatonU	2012		2	3	3	1	1		2	5
SW_JiatonU	2013	1	6		5		1			1

図 16 中国の出願数上位 4 社・機関の IPC サブクラスの分布と変化

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Hitachi 国内	76	75	102	73	114	100	79	83	83	71	89	63	71	64	72	72	55	67	68	64	64
Hitachi 外国	5	6	4	1	4	2	5	3	10	13	11	4	15	16	8	11	7	15	13	19	10
Toshiba 国内	77	62	55	45	43	33	46	26	35	34	52	22	43	27	30	31	23	23	20	19	29
Toshiba 外国	0	2	0	0	1	1	0	2	1	3	1	1	5	2	3	5	8	0	3	6	3
JR 国内	56	74	105	89	74	43	59	88	95	81	106	78	72	98	88	55	84	56	48	74	55
JR 外国	3	1	2	0	0	0	0	0	0	4	0	1	3	1	2	2	2	1	2	1	2
Mitsubishi 国内	38	42	28	22	29	24	26	36	25	29	28	46	35	31	27	27	35	28	32	47	47
Mitsubishi 外国	3	1	0	0	0	3	1	3	0	3	0	1	0	5	1	2	4	10	4	5	2
Nippon.Sig 国内	34	26	57	46	41	48	50	79	87	81	62	51	32	23	22	13	17	28	18	41	50
Nippon.Sig 外国	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
R tech 国内	36	26	30	30	23	27	43	32	58	29	38	54	52	55	59	53	61	56	73	58	62
R tech 外国	3	1	0	1	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	2

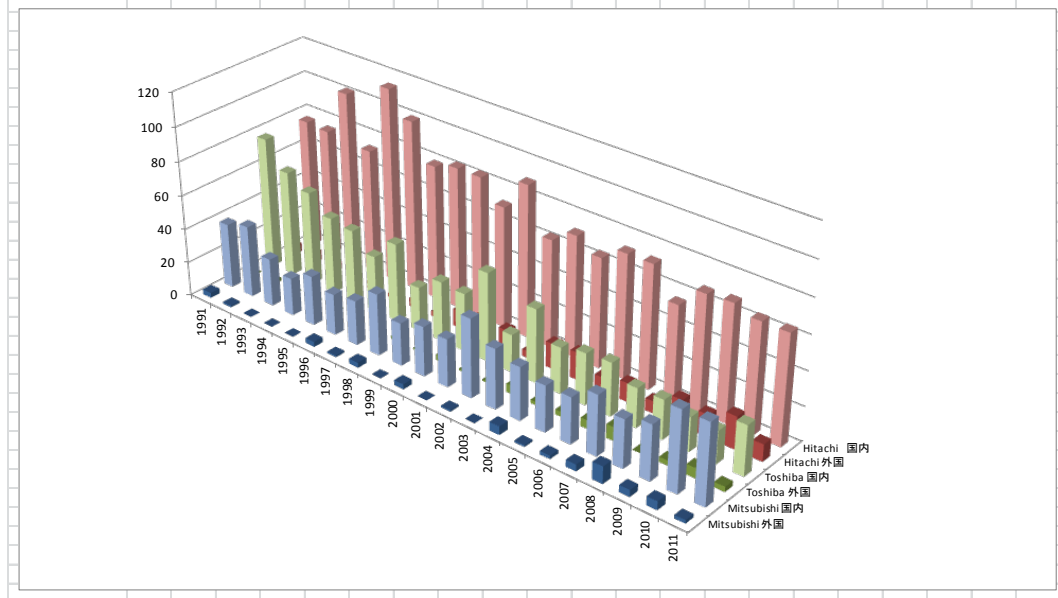


図 17 日本の 6 社・機関の国内出願と外国出願の推移

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Siemens 国内	5	8	9	19	23	27	22	24	27	9	13	16	22	20	13	16	18	26	18	15	23
Siemens 外国	7	17	17	39	41	51	39	47	46	25	32	48	55	59	75	80	71	97	77	79	111
Alstom 国内	1	2	6				1	2	2	1				1	2	2	3	2	1	2	3
Alstom 外国	6	6	13	12	6	11	12	12	8	11	10	7	10	11	2	15	31	23	13	14	6

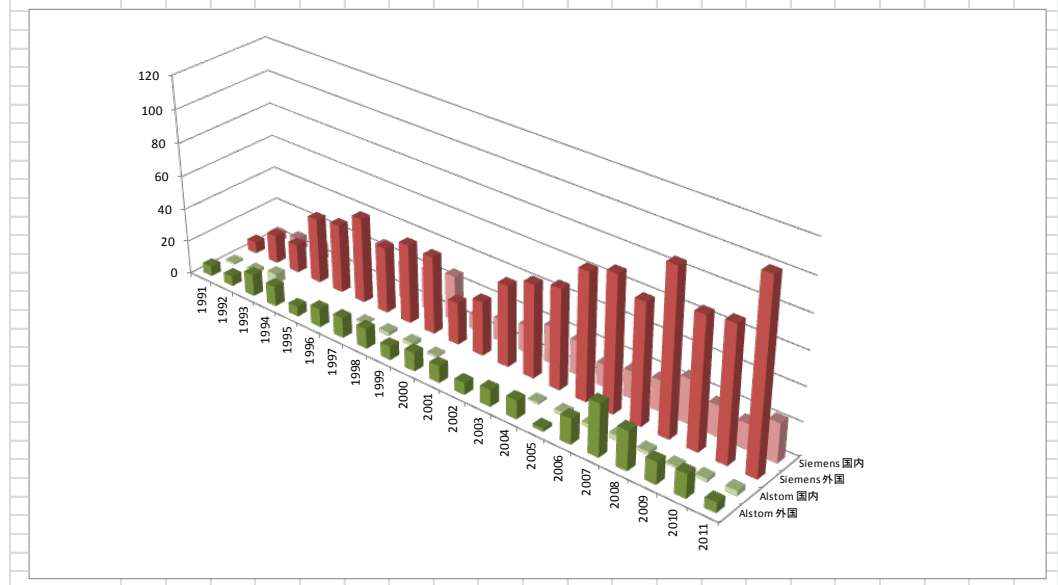


図 18 Siemens（ドイツ）と Alstom（フランス）の国内出願と外国出願の推移

の数は非常に限られている。一方、図 18 は Siemens と Alstom について同様の集計を行ったものである。ヨーロッパの鉄道は早くから国際的に相互接続しネットワーク化されており、Siemens や Alstom にとって国内のみの特許出願はほとんど意味を持っていないことがわかる。欧州企業にとっての国際的な事業展開は、ごく自然な流れであると考えられる。

さらに、図 19 は中国の 4 社・機関について同様の集計を行ったものである。先に、中国は国際的な特許出願をほとんど行っていないことを述べたが、上位 4 社・機関のなかでも、CNR のみが、やや国際展開に対する意識を有しているにとどまるようである。交通大学の特許は 2010 年の 1 件を数えるのみである。

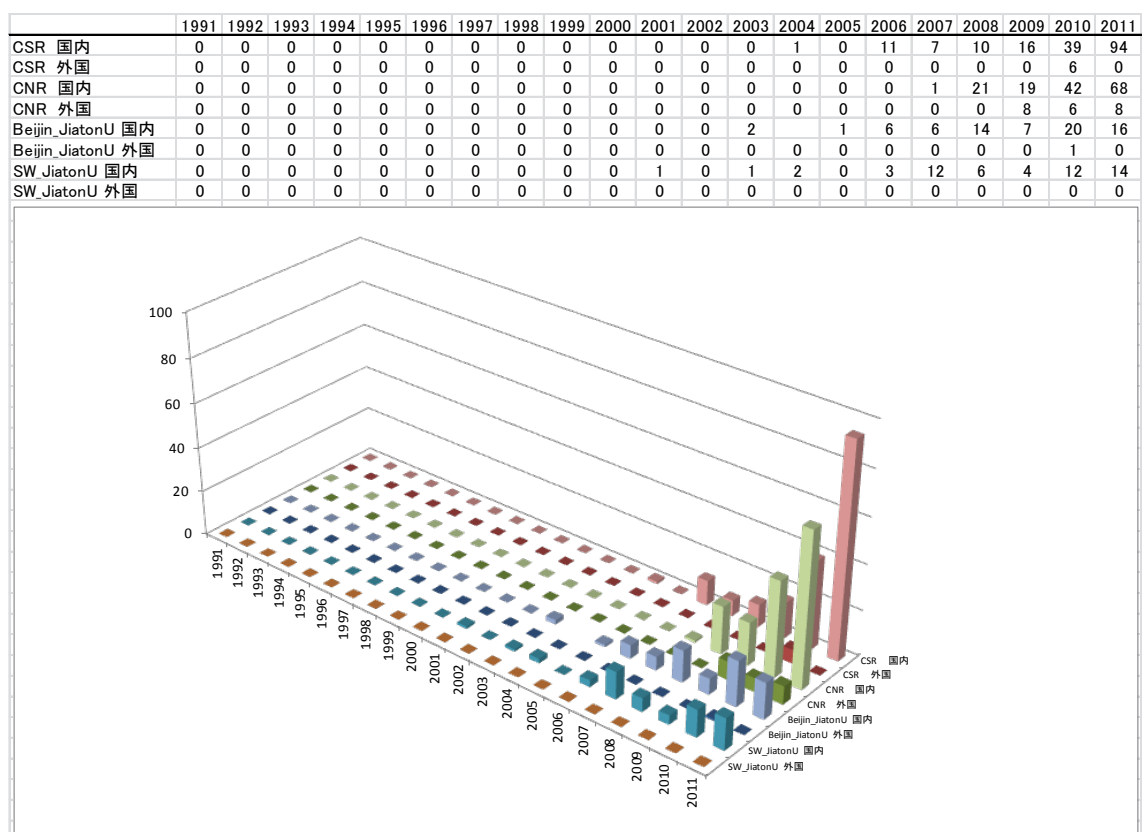


図 19 中国の 4 社・機関の国内出願と外国出願の推移

5. 6 各社・機関の共同出願について

図 20 は日本の 6 社・機関が出願した特許のうち、他社との共同で出願された特許の占める割合を集計したものである。JR の特許は、やや低下傾向があるものの常に 80～90% 台の高い割合を維持している。鉄道総研の特許は、1990 年代の初頭は JR とほぼ同様の共願比率であったが、2011 年には他社並みの 20%程度にまで低下している。東芝や日立製作所の特許は、世界平均よりも高く 15～40%程度である（東芝はやや高い）。三菱電機の特許はほぼ世界平均と同程度の 10～15%程度である。このように、日本企業の鉄道技術に関する特許は共同出願の比率が高いが、これはメーカー各社が JR を相手とする共同出願で多数の特許を出願しているためであると考えられる。また、鉄道総研の技術開発の性格が、最近大きく変化しつつあり、JR からメーカー各社からも独立性を高めつつあるように見受けられる。

図 21 は同様に、ドイツ・フランス・中国の各社・機関の共同出願比率の変化を集計したものである。JR のような定常的な高い共同出願比率はどこにも見られない。ドイツの DB が時おり共同出願を行っているが、もともと先に述べたように年間の出願件数自体が少ないため、変動が大きい。中国企業・機関は、日本企業ほどではないものの、共同出願の比率を徐々に高めつつあるように見える。

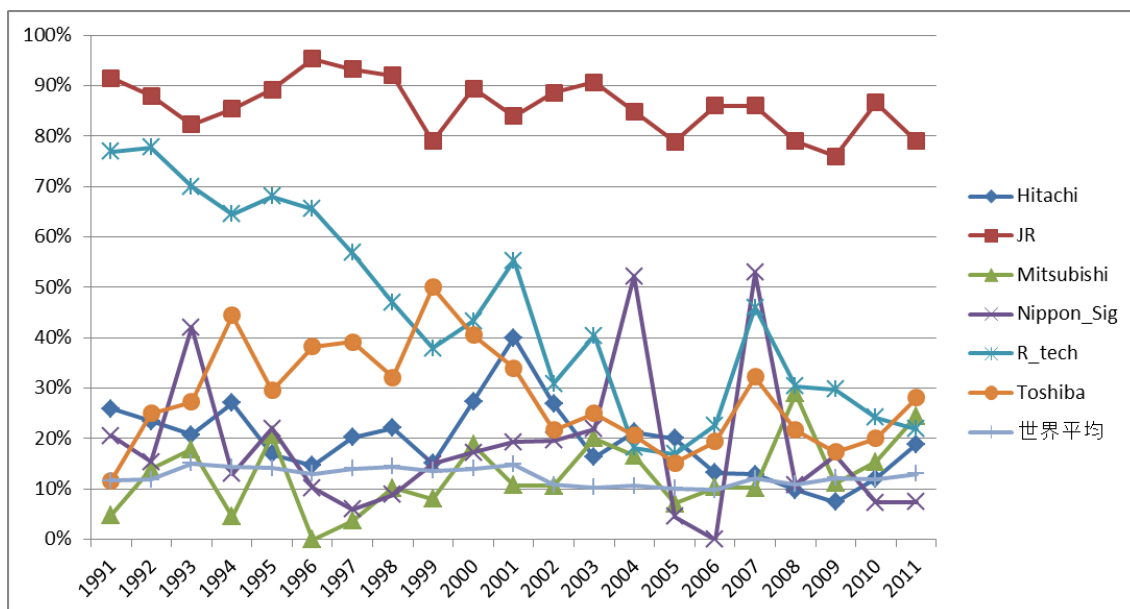


図 20 日本の 6 社・機関の共同出願比率の変化

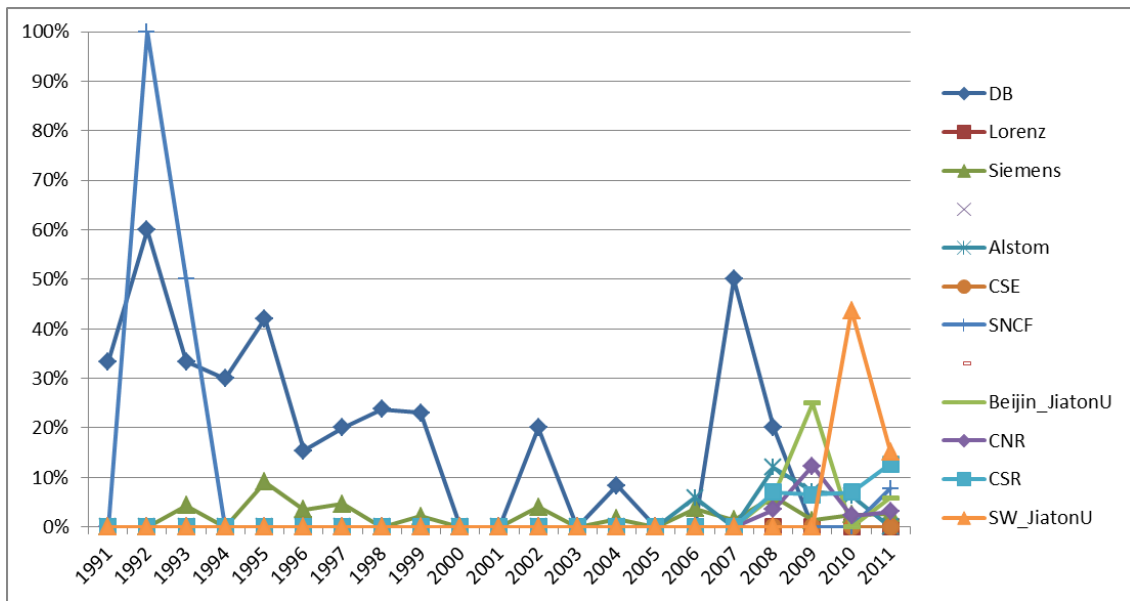


図 21 ドイツ・フランス・中国の各社・機関の共同出願比率の変化

5. 7 まとめ

日本企業が、鉄道分野において高い技術力を有していることは特許分析からも明らかである。国内市場においては圧倒的な顧客である JR および鉄道総研を中心とした共同開発の体制を構築し、各社がある程度の役割分担をしながら、高い技術力を維持してきたものと考えられる。しかし、海外への事業展開を次のターゲットとして考えると、日本企業の特許戦略はかなり遅れていると言わざるを得ない。鉄道事業会社に対して海外への事業展開に関する意識を高めるよう期待するのは難しいかもしれないが、メーカーサイドにおいてもそのような意識を高く持っているのは、日立製作所以外にみあたらない。従来、日本のメーカーが相互補完的な技術開発を行ってきたという見方が正しいとするならば、日立 1 社で海外事業すべての技術分野をカバーするには時間がかかるのではないだろうか。また、各社の海外出願比率があまり高くないのは、そもそも顧客の立場で共同開発の主導権を持ち、共同出願特許の多くをコントロールしているであろう JR が、海外出願のニーズと意識を持たないことが原因ではないか。一般的には、日本でもバイ・ドール特許の導入によって、国の委託開発の成果を民間が保有することが可能となり、民間の特許出願や産業応用のインセンティブと意識が高まったと認識されている。鉄道技術分野において JR は公的な色彩を強く残す事業体であり、その委託開発等の成果についても、バイ・ドール特許の精神にのっとり、積極的に民間企業に承継させることが、国際事業展開にとっても有益である可能性があるだろう。

第6章 高速鉄道システムのアーキテクチャ分析—台湾と英国の比較分析

「パッケージ型インフラの海外展開」は現在日本が最も力を入れようとしている分野だ。しかしパッケージ型とは具体的に一体何を意味するのだろうか。考えてみれば、パッケージと言うからにはその前提として分割されているものが既に存在するはずだ。分割されているもののいくつかを、抱き合わせにすることをパッケージと言うのである。したがって一言でパッケージ型と言っても、パッケージの仕方は唯一ではなくて複数の組み合わせ方の可能性が存在する。そしてその背景には、どのように分割されているのかという分割の仕方が、そもそも前提として存在しているのである。それはとりもなおさず、システムのアーキテクチャを考えるとということに他ならない。

本章では高速鉄道システムを例に取って、このことを具体的に考えてみる。まずパッケージの前提としてのアーキテクチャという観点から、パッケージ型鉄道インフラの概念整理を行う。そのうえで、日本が高速鉄道輸出に成功した2つの例として台湾と英国の事例を紹介し、対象国の事情に応じて適切なパッケージングの仕方は異なるということを示す。そして、パッケージ型インフラの海外展開を考えるために、カスタマイズド・パッケージという考え方を提起する。

1 アーキテクチャという視点

1.1 システムをどう分けてどうつなぐのか

パソコンとNC(Numerical control)工作機械は、顧客も産業分類も全く異なる2つの商品である。パソコンはまさに個人用途のパーソナルなコンピュータであり、それは家庭や職場で使用される。他方NC工作機械は生産財であり、それは多くの場合工場で使用され、自動車のボディを加工したりするのに使用される。どう考えても、これら2つの商品に共通要因を見出すことは難しい。

しかし、アーキテクチャという視点からこれらの2つの商品をみると、PCはオープン型であるのに対してNC工作機械はクローズド型であるという違いはあるが、両方とも同じモジュール・アーキテクチャとして類型化される。つまりこれら2つの商品は、アーキテクチャという視点にたつと共有要因を多く持つ。アーキテクチャとはシステム的设计に際して、どのようなサブシステムに分割し、それらをどのような仕組みで連結するのかというサブシステム間の関係性に関する考え方を言う。アーキテクチャという視点を導入することで、製品やサービスの表面的多様性や個別技術の違いにとらわれずに、根本的な次元から共通した枠組みを使って議論できるのである。

システムとは、複数の部分が有機的に連携されている独自の体系であり、それは独自の境界をもち境界によって外の世界から区別される。われわれを取り囲むほとんど全ての製

品やサービスはシステムである。同様に組織やビジネスモデルもまた、複数のプロセスが有機的に連携される独自の体系であることから、システムとして理解できる。このようなシステムを特徴づける1つの要因は、システムを構成する部分間の関係性である。

例えば、部分間が複雑で緊密な相互依存関係を形成しているシステムと、ルール化された単純な相互依存関係で形成されるシステムでは、両者の性質は大きく異なるだろう。前者の場合、部分の変更は相互依存の連鎖によって、システム全体に想定外の影響を及ぼすために予見可能性に乏しい。他方後者の場合、たとえ部分を変更しても、依存関係がルール化されているために、システム全体への影響はある程度予見可能であり制御可能である。このようにシステム全体の性質は、システムを構成するサブシステムがどのような関係で連結されているのか、ということから大きな影響を受けるのである。

アーキテクチャ分析では、製品やサービス、さらにはビジネスモデルなどをシステムとしてとらえ、それがどのようなサブシステムから構成され、それらサブシステムがどのような関係でつながっているのかに着目する。

例えば、携帯電話のビジネスモデルを、アーキテクチャという視点からみてみよう。携帯電話のビジネスモデルは、ドコモやソフトバンクなど通信キャリアと、ソニーやパナソニックなど携帯電話端末メーカーの協働によって実現される。このビジネスモデルをアーキテクチャという視点をとおしてみると、日本と欧米の違いが見えてくる。日本の携帯電話サービスは、通信キャリアと端末メーカーの緊密なすりあわせによって提供されており、端末機器は特定の通信キャリア向けにカスタマイズされている。他方、欧米のサービスはそうではなく標準化が進展しており、端末機器はどの通信キャリアに対しても適用可能なように開発されている。このように日本と欧米では、端末機器メーカーと通信キャリア間の境界特性が異なっており、ビジネスモデルのアーキテクチャが違うのである。

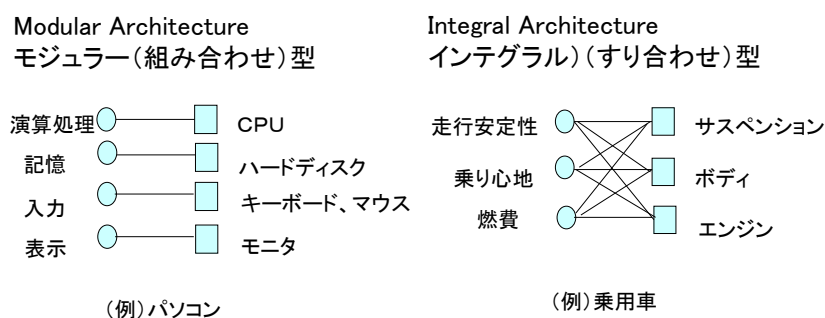
1. 2 モジュール型とインテグラル型

製品システムのアーキテクチャを分析するための最も基本的な枠組みは、モジュール型とインテグラル型という類型化である。前者の典型はパソコンであり、後者の典型は乗用車である。

パソコンは、MPU、モニター、キーボード、HDD (Hard disk drive) などから構成されているが、それらの部品間のインタフェースはルール化され標準化されている。その結果、市場からこれらの部品を購入し、適当に組み合わせることでパソコンを作ることが可能であり、更に、A社のモニターとB社のキーボードを組み合わせるといったパソコンのマルチベンダー化も可能になる。さらに、ある機能は特定の決まった部品によって実現されており、機能と部品との関係が1対1の関係になっている。画質を向上させようとするならばモニターを変更すれば良いのである。これがモジュール・アーキテクチャである。

他方、乗用車の場合はそうはいかない。トヨタのエンジン、ホンダのボディ、日産のトランスミッションを持ち寄っても、組み合わせるだけで良い乗用車はできない。それら部品間のインタフェースが標準化されているわけではなく、部品間に複雑な相互依存関係が形成されているために、それらを微妙に調整し、全体のバランスを考慮しながら組み合わせる必要がある。さらに、機能とそれを実現する部品との関係が複雑であり、乗りごちちという機能の実現は、サスペンション以外にエンジンやボディとも関係があるのである。これが、インテグラル・アーキテクチャである。モジュラー型とインテグラル型を概念的に図示すると図表6-1に示すようになる。

図表6-1 モジュラー型とインテグラル型



2

以上のことがらをまとめると、サブシステム間の依存関係がルール化されていて、それらの独立性が高いのがモジュール型であり、その逆に、サブシステム同士が複雑な依存関係を形成しルール化されていないのがインテグラル型である、という整理の仕方ができるだろう。しかし、モジュール型かインテグラル型かは程度問題であり、理念上の完全モジュール型や完全インテグラル型の製品は現実には存在しない。実際の製品は、それらの理念型を両端にした線分上のどこかに位置しているのであり、モジュラー性が強く出るのか、インテグラル性が強く出るのかという点が重要になる。

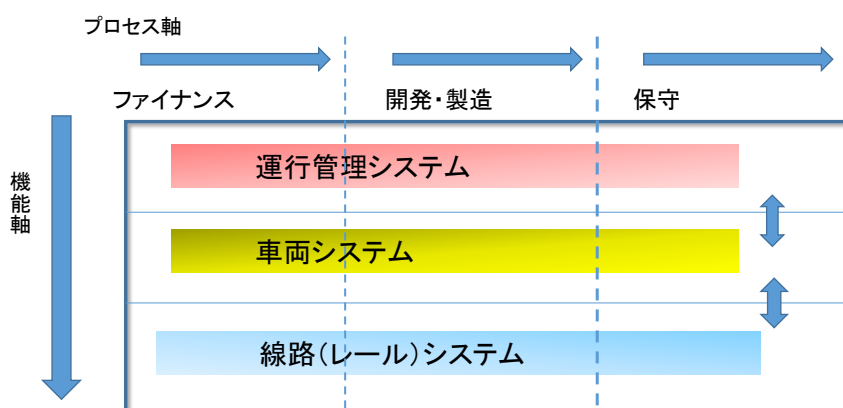
2 アーキテクチャからみた高速鉄道システム

2.1 高速鉄道システム

高速鉄道は複数の部分から成るシステムであるから、アーキテクチャという視点から高速鉄道システムを捉えることができる。高速鉄道システムをアーキテクチャという視点か

らみると、図表6-2示すように、機能軸とプロセス軸という2次元のマトリクスで考えることが有効だろう。

図表6-2 高速鉄道パッケージの分析枠組み



まず機能軸から高速鉄道システムをみてみよう。顧客に対して提供される高速鉄道システムというひとまとまりの機能は、実は3つの機能階層の連携で実現される。まずインフラに相当する線路（レール）が一番下にある。この軌道の上を車両が走るのであるから、軌道としての線路がしっかりと安定していなければならないことは言うまでもない。

次にその上を走る車両が存在する。線路と車両とのインターフェースは鉄のレールと鉄の車輪である。それぞれに規格があり、日本では JIS 規格、欧州では UIC 規格 (UIC; International Union of Railways 国際鉄道連合) で規定されている。つまり日本と欧州では線路の規格が異なる。いずれにしても、車両は乗客をシートに乗せて鉄でできた線路の上を高速で安全に運搬するという機能を果たす。車体の素材を鉄からアルミに変えることで大幅な軽量化を実現したり、パワーエレクトロニクス技術を導入して制御機能や環境性能を高めたり、あるいは空気力学の進歩を取り込んだ先進的な先頭形状を作るというような革新はこの車両機能に対して行われる。

注意する必要があるのは、車両自身もまた複数のサブシステムから構成されているために、車両自身にもアーキテクチャの考え方が適用できるということだ。欧州メーカーの車両は、モジュール化の考え方を採用したうえで、幾つかの標準品をシリーズ展開している。他方日本メーカーの場合、JR等の鉄道事業者毎に最適化した車両を特注品として提供している。車両のアーキテクチャはインテグラル型と言って良い。

そして最上位には、安全性を維持しながらできるだけ車両の運行密度を高め、しかもダイヤどりに確実に鉄道の運行を実現する運行管理機能がある。たとえば東海道新幹線で

は、のぞみ、ひかり、こだまという3種類の列車が同じ線路を走っているのだが、これらはスピードも停車駅もそれぞれ異なる。しかも最短で3分30秒間隔という頻度で運行しているために、途中で列車の追い越しをしなければならない。これらの複雑なダイヤを安全に確実に実現するための機能が運行管理機能である。この機能を実現するには、鉄道システム全体を集中管理している地上と、走っている列車との通信が必要になる。この通信機能が信号システムである。後ほど説明するように、ここでも欧州と日本では通信の方式が異なる。

このように機能軸から高速鉄道システムをみると、線路、車両、運行管理という3つの機能階層の組み合わせとして考えられるだろう。もちろん顧客に対しては、これらは一体となって一つの高速輸送というまとまりある価値を提供している。そのためには3つの機能階層間のインタフェースが重要になる。線路と車両の間、車両と運行管理の間にはそれぞれインタフェースが存在しており、高速鉄道システムの完成度やまとまりの良さは、インタフェースのよし悪しの影響を受ける。

次に、高速鉄道システムをどのようなプロセスで開発するのかというプロセス軸から、パッケージの仕方をみてみよう。まず必要な資金をどのような仕組みで調達するのかという資金調達のプロセスがある。高速鉄道インフラは巨額の資金を必要とするために、このプロセスは極めて慎重な判断を必要とする。政府中心に税金を使って行うのか、あるいは民間が銀行から融資を受けながら、民間資金主体で行うのかという意思決定がこれに相当する。後述するように台湾新幹線の場合、民間主導のBOT¹⁵方式で資金調達を行った。他方英国高速鉄道の場合、リース事業を営む特別目的会社(SPC, Special Purpose Company)を作り、プロジェクトファイナンスによって資金を調達したのである。

資金調達の次には、実際に鉄道システムを作る開発・建設のフェーズがある。ここではどの車両メーカーから車両を調達するのかというような意思決定を行う。その際車両メーカー毎に安全思想などが違うために、地震や台風など自国の気候や風土に適した車両メーカーを選択することになるだろう。台湾新幹線の場合、コアシステムには日本メーカーを採用しつつも、安全に関するところでは一部欧州メーカーの技術仕様を採用した。一方で、日立が英国に高速鉄道を輸出した場合、欧州規格に合致した車両を開発しなければならなかったのである。

最後のプロセスは、作りあげた高速鉄道システムの保守作業である。日本の場合、運行管理を行うJRが保守も一括して行っているために、保守のノウハウや関連技術は鉄道事業者であるJRに蓄積されている¹⁶。そのため日立は英国に進出してクラス395の受注に

¹⁵ Build-Operate-Transfer の略。民間事業者が施設等を建設し、維持・管理・運営して事業終了後に公的管理者等に所有権を移転する事業方式のことを指す。

¹⁶ 日本での車両の保守は、国土交通省の基準・指導等もあり、メーカーでは参入できず保守のノウハウはJR等の鉄道事業者が保有している。例えば車両の保守は、新幹線については、2日に一回の仕業検査、30日に一回の交番検査、60万km走行後の台車検査、120万km走行後の全般検査と細かく規定され、検査にあつてどの部位を検査するか、

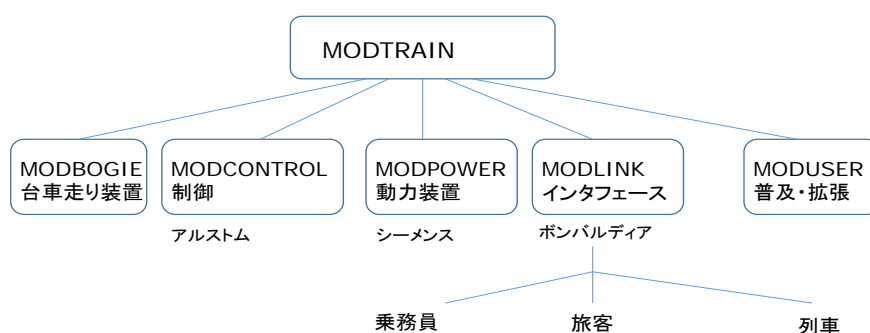
成功した後、新幹線車両の点検周期や点検箇所等についての助言、日立社員の新幹線保守基地での実習、JR 東日本社員の日立への出向等からなる技術支援契約を結び、JR から保守作業の支援を受けた。しかし 2009 年 12 月のクラス 395 の営業開始以降、2015 年現在まで約 6 年が経過して、機器の稼働データの蓄積もすすんだことから、現在日立は JR の支援を受けながらも同時に保守の現地化を進めている。

このように高速鉄道システムのアーキテクチャは、機能軸とプロセス軸という 2 次元から成るマトリクスとして整理できる。そして機能軸は 3 つの機能階層から構成されており、プロセス軸は 3 つのフェーズから構成されている。したがって、パッケージ型インフラと言うとき、このマトリクスのうちどれとどれをパッケージにするのかという組み合わせが、様々なパッケージのバリエーションを生み出すのである。相手先の事情に応じてどのようなパッケージングを提案するのかというパッケージ戦略が重要になるだろう。

2. 2 車両システムのアーキテクチャ

高速鉄道システムを構成するサブシステムの一つには車両がある。そして車両もまたシステムであるから車両をアーキテクチャという観点から分析することができる。近年、高速鉄道ビジネスが新興国も含めてグローバルに広がってきたことを受けて、製造コストと保守コストを削減すると同時に互換性を維持するために、車両システムのモジュール化に向けた動きが進んでいる。

図表6-3 MODTRAIN プロジェクト



出所: 若松(2012)を修正

5

各社毎のマニュアルに規定されており、そのマニュアルが鉄道会社のノウハウと言って良い。

車両のモジュール化と標準化に最も積極的に取り組んでいるのは欧州勢である。例えば欧州の MODTRAIN プロジェクトがそれだ。そのプロジェクトでは鉄道事業者、車両メーカー、大学等 36 機関が参加して、2004 年 2 月から 2008 年 4 月にかけて車両の標準化とモジュール化を検討した。このプロジェクトでは図表 6-3 に示すように、台車や制御、車載動力装置などの対象ごとにそれぞれ幹事会社を決めて、車両システムのモジュール化と標準化を検討した。例えば、制御アーキテクチャの標準化はアルストムが幹事会社を務め、動力装置の標準化はシーメンスが、インタフェースはボンバルディアが幹事会社を務める仕組みになっている。これらの企業は車両メーカーであるから、基本的に競合関係にあるはずだ。だが車両システムの標準化とモジュール化を進めるためには、合意形成のための協力関係も必要になる。このように競争一辺倒ではなくて、競争する領域と協調する領域を分離しているのが欧州メーカーの特徴と言って良いだろう。

他方、日本の車両メーカーの事情は少し異なる。日本の鉄道ビジネスでは、JR などの鉄道事業者の力が非常に強いために、日立などの車両メーカーは JR 等鉄道事業者独自の意向に合わせて、最適化された特注品を作ってきた。特注化の範囲は車体の外観だけではなくて、素材やモーターなど外部からは見えない内部の制御関係にまで及ぶ。また、国鉄時代からの慣行で、JR は車両を 3 つくらいのサブシステムにわけて、3 社の幹事会社に分割発注する。分割発注という伝統的慣行は、各企業の強みを持ち寄ることができるという意味でメリットがあるが、一方でサブシステム間に隙間や重複が生じやすくなるというデメリットもある。

隙間や重複の問題を解決するには、3 社間の利害調整とすり合わせがどうしても必要になるのだが、それぞれの企業は競合関係にあるために利害調整は容易ではない。従ってそれらの調整は最終的に JR によって担われてきたのである。このように日本の高速鉄道ビジネスの中心には常に JR がおり、JR は単なる発注者ではなくてシステムインテグレータとしての役割をも果たしてきた、と言って良い。JR の厳しい高度な要求に応えるために、各車両メーカーは切磋琢磨してきたのである。某車両メーカーの幹部は「JR さんから鍛えられた」という言葉を使ってこのような状況を表現する。このように日本の車両メーカーは、国内市場向けに、JR 等鉄道事業者の要求にそれぞれ合致した完成度が高い製品をつくりあげてきた。結果として、国内市場向け車両はインテグラル型のアーキテクチャが合理的だったのである。

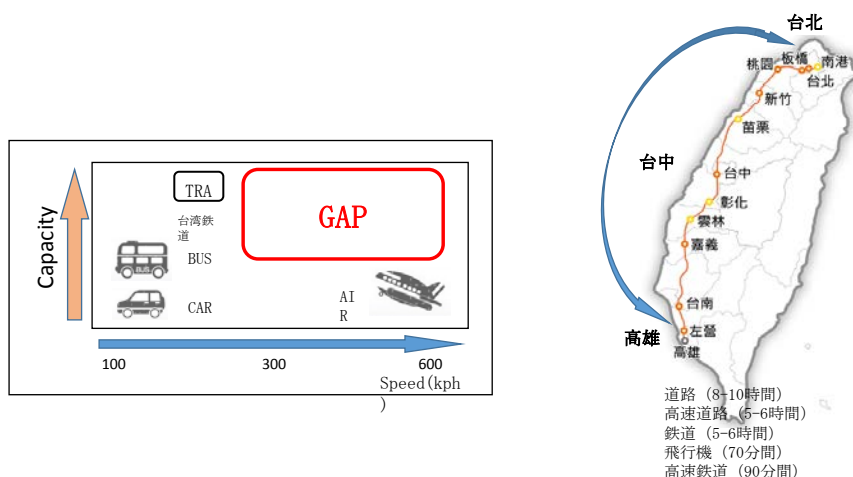
だが、国内市場向けに最適化した製品は、海外市場でもそのままの形で受け入れられる訳ではない。相手国にはそれぞれ事情があり独自のニーズがあるからだ。日立は世界市場をにらんだ製品開発を展開するために、4 つの市場ドメインごとに標準車両を開発し、そのラインナップを提供するという製品戦略を採用した。メトロ・通勤車両市場には AT100、近郊車両市場には AT200、高速車両には AT300、モノレールには AT400 というような標準車両をそれぞれ定め、それをベースにシリーズ展開してゆくという戦略である。この製品戦略に合理的なアーキテクチャはモジュール型である。このように日立の車両シ

システムをアーキテクチャという観点からみると、国内市場むけにはインテグラル型で対応し、海外市場向けにはモジュール型重視として理解できる。

3 台湾新幹線のケース¹⁷

台湾新幹線と英国の高速鉄道は、高速鉄道輸出の典型的成功例と言われている。しかしこの2つは、開発の経緯とアーキテクチャが大きく異なる。本節では台湾新幹線のケースを、開発のプロセスとアーキテクチャという2つの視点から分析する。台湾新幹線（高速鉄道）は、図表6-4に示すように高速性と大量輸送を両立させるために構想された。現在、台北と高雄を約90分で結んでおりこれによって台湾全土が一日生活圏になった。

図表6-4 台湾高速鉄道（新幹線）



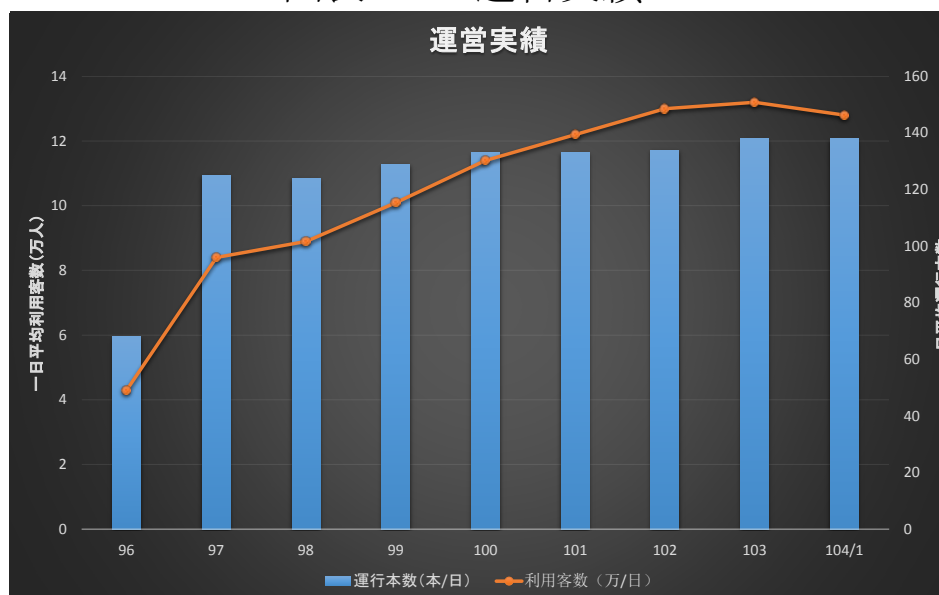
出所:「台湾南北高速鉄路建設計量(2015)を一部修正

2007年に営業運転を開始して以降の運行評価指数が、交通部から発表されている。それによれば、旅客死傷事故率は0、平均遅延時間は15秒以内、運行が取り消された月毎の運行本数は2本以内という運行評価になっている。運行管理については良好な成績と言って良いだろう。それでは旅客需要はどうだろうか。当初は、一日あたり35万人という需要見通しを立てていた。それに比べると、図表6-5に示すように現在は約13万人程度と半数に満たない状況ではある。当初の需要見通しが甘かったと言わざるを得ないだろう。しかしそれでも、鉄道運行のキャッシュフローは黒字を維持している。設立当初から抱える負債と減価償却の負担が大きく、鉄道事業会社の経営状態が良くはないことは事実である。しかしそれは台湾サイドの経営の問題であり、日本からの鉄道輸出の成否と切り離して考えるべ

¹⁷ 本ケースは、雑誌、書籍、WEB等での公開情報に加えて台湾での以下へのインタビューをもとに作成した。2015年3月2日（日本交流協会 副代表 花木出）3月3日（世正開発有限公司、3月4日（交通部高速鉄道局）、3月6日（東元電機 会長 黄茂雄）

きだろう。高速鉄道輸出としての評価を問われるならば、上記のような良好な運行指標を考慮すると成功例と考えられる。

図表6-5 運営実績



出所:「台湾南北高速鉄路建設計量(2015)を一部修正

3. 1 台湾新幹線の経緯と開発プロセス

台湾新幹線の2007年開業に至るまでには、20年にも及ぶ関係者の努力があった。以下では、重要なポイントを中心にして、開業に至るまでのプロセスの概要を説明する。

1987年4月に行政院は、交通部と台湾省政府に「台湾西部での高速鉄道の実行可能性」について研究するように指示した。既にこの時点で高速鉄道への強い関心を持っていたのである。そして1990年3月に交通部は、高速鉄道は実行可能であるだけでなく優先事項とすべきであるとの結論を下した。それを受けた行政院は1990年4月に、高速鉄道の建設を推進することに同意した。ここまでが実行可能性検討のフェーズであり、その結果実行可能性があると結論が下された。

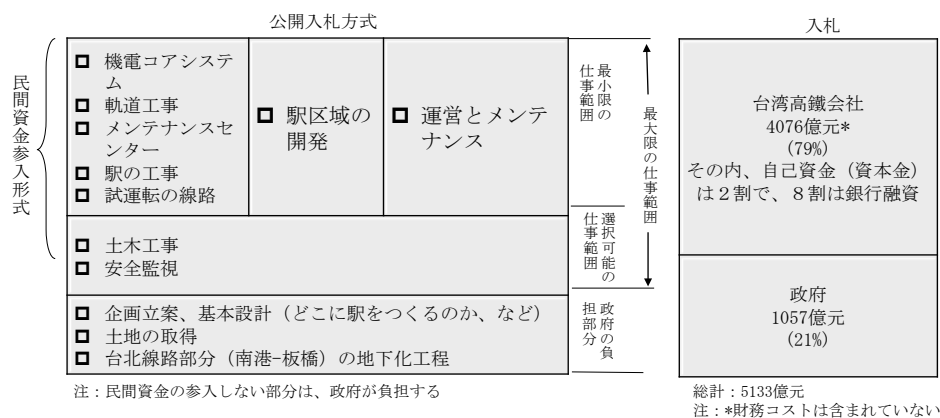
次に、総合企画と立案のフェーズである。総合企画と設計を行うために、1990年7月に交通部は「高速鉄道工程等備所」を設置した。(ただし1997年1月に交通部高速鉄道工程局と名称を変えた)その後、地質調査や環境調査などを含めた企画立案と設計を継続し1992年6月交通部は「高鉄全体設計報告」を行政院に提出した。しかし1993年7月に立法院は、予算審議において費用対効果や財政負担の問題から、944億(台湾)元の高鉄特別予算を取り消し、民間資金を利用して高鉄の建設を推進するように要求した。つまりこの時点で、当初の国営から民間資金を活用する方式へと転換したのである。具体的にはBOT方式でゆくことが決まった。

その後、プロジェクトの主体となる事業者の公募を行った。その結果、国民党をバック

にした中華高鉄と、企業経営者（大陸工程、長栄集団、太平洋、富邦産物保険、東元電機）らが中心となって設立した台湾高鉄の 2 社が争った。中華高鉄は日本から新幹線システムを導入することを前提として、そのために三井物産からの見積もりをベースにした事業計画を作成した。これに対し台湾高鉄は独シーメンス・仏アルストムを中心とするヨーロッパシステムを前提として事業計画を作成した。最終的に台湾高鉄が落札した。その決め手になったのは台湾高鉄の見積金額が中華高鉄よりも大幅に安かったことにあると言われていいる。そして 1998 年 7 月に、優先交渉権を得た台湾高鉄は交通部との間で、「建設及び運営についての協定」と「駅開発についての協定」を契約した。交通部と台湾高鉄の間での役割分担は図表 6-6 のとおりである。

図表6-6 台湾高鉄BOTにおける政府と民間の分担

□財務負担率と工程の分割性を考慮して、政府の負担部分と、民間の負担部分を決定する。



出所：「台湾南北高速鉄路建設計量(2015)を一部修正

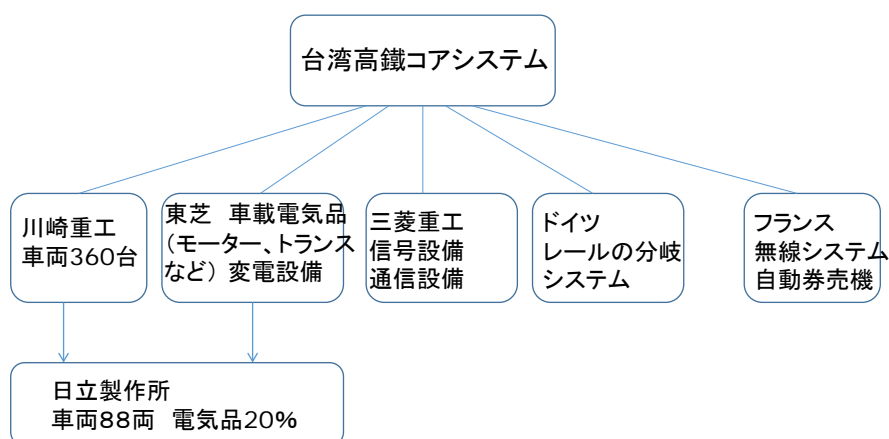
しかし台湾高鉄は、当初のパートナーであったヨーロッパ企業の車両・信号システムではなく、日本の新幹線システムをコアシステムとして導入する決定を下した。なぜ急に日本方式に転換したのか、その背景には政治的理由も含めて様々な要因が存在したようだ。われわれの調査によれば、落札後ヨーロッパ企業が一転して高額な見積もりを提示したり、あるいは難しい要求をあげたりしたといった理由も指摘された。あるいは 1999 年の台湾大地震の発生によって、ヨーロッパのシステムで大丈夫なのかという不安が急速に高まったからだという指摘もあった。しかしいずれにしても 2000 年 6 月に、台湾高鉄会社と日本台湾新幹線企業連盟は、「機電コアシステムについての提携メモ」に署名した。つまりこの時点で、日本のコアシステムを採用することに決定したのである。

日本企業は J R 東海の協力のもとで、日本の新幹線システムをそのまま輸出したかった。しかし、台湾高鉄は台湾の事情に合致した独自システムを導入することにこだわり、自己仕様を提示したのである。その結果 J R を中心とする日本企業側と台湾高鉄側で軋轢が生じ

たが、最終的には日本式をコアとして採用しつつも、一部を欧州式とする日欧混在システムとして決着した。一言で言うと、安全に関するところは欧州式を採用し、オペレーションに関するところは日本式を採用したと言えるだろう。

一例をあげるならば、台湾新幹線には「緊急出口」と表示された箇所が、客席から見るところに、1つの車両あたり3か所存在する。緊急事態には顧客が中から壁を破って、外に脱出できるような設計になっているのである。他方日本の新幹線にはそのようなものはない。緊急事態には、顧客は閉じ込めておく方が安全なのだ、という日本の安全思想から来ているのである。最終的に2007年1月から営業運転を開始した。車両システムに関する日欧間での分業構造の概要は図表6-7のとおりである。

図表6-7 台湾車両システムの日欧分業体制



出所: 日立的資料を修正

9

既に述べたように、当初、JRと台湾高鐵は新幹線の技術仕様を巡って対立があったことは事実である。しかし現在は協力関係を構築している。例えば、JR東海、JR西日本、JR九州、台湾高鐵は2014年に「高速鉄道システムの海外展開において協力していく」ことを発表した。さらに2014年4月、JR東海は台湾高鐵からの技術コンサルティングを受託し、2015年度の南港への延伸を目途に安全運転技術や災害時対応のノウハウなどの技術を移転することについて合意した。

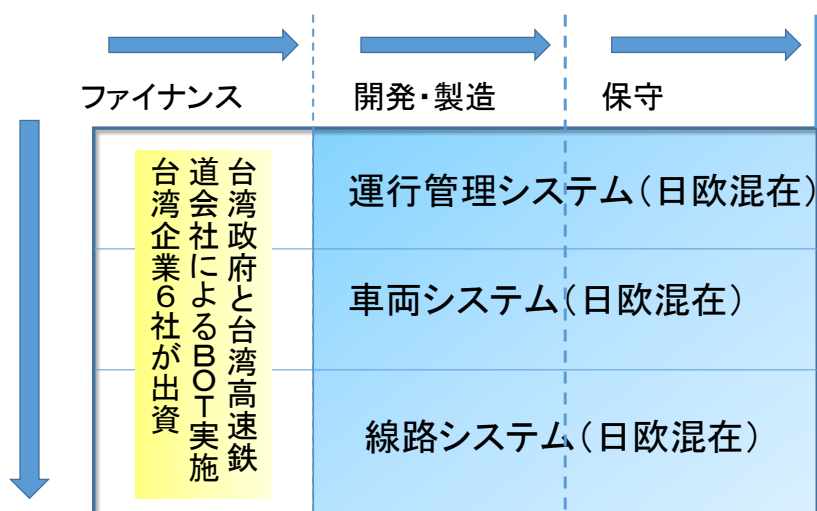
3. 2 台湾新幹線システムのアーキテクチャ

台湾への新幹線輸出に際してのアーキテクチャを機能軸から考えてみよう。当時台湾には高速鉄道に適した線路（レール）もなく、運行経験もなかった。そのため在来線とは別に新しく高速鉄道用の線路を敷設し、運転技術指導などの運行管理もJRが中心になって支援した。そのために日本は、線路、車両、運行管理の3層の機能軸全てを輸出の対象とした。

ただし既に述べたように、車両システムは日欧の混在となっているし、軌道建設においても2000年の建設では全12区間のうち日系企業が受注したのは5区間のみである。このように3つの機能階層全てを日本からの輸出対象とはしたのだが、現実にはフルパッケージにはなっていない。

また、ファイナンスを起点とするプロセス軸ではどうだろうか。資金調達は台湾企業を中心としてBOT方式で行ったのであるから日本企業は関与していない。資金調達は台湾が行ったのである。しかしその後の開発・製造及び保守のプロセスには、JRを中心として川崎重工や三菱重工など日本メーカーが深く関与した。パッケージという観点では、開発・製造および保守をパッケージにしたという理解ができる。台湾高速鉄道におけるパッケージングの考え方を図示すると、図表6-8に示すようになる。

図表6-8 台湾高速鉄道のパッケージング



4 英国高速鉄道のケース¹⁸

1825年、英国で世界初の蒸気機関車が走ったことから、英国は鉄道発祥の地と言われている。その英国で2000年以降日立製作所は、鉄道市場への参入に向けた取り組みを始めた。初期の幾つかの失敗を経て、2005年以降日立は大きな案件の受注に相次いで成功し、その快挙は日本でも大きく報道された。ここでは、日立の参入過程の概略と英国の高速鉄道システムのアーキテクチャを分析する。

4.1 経緯と開発プロセス

¹⁸ 本ケースは、雑誌、書籍、WEBでの情報に加えて、2015年2月13日の鈴木學氏（当時 日立製作所交通システム社 技監）による講演、2月27日鈴木氏へのインタビュー、その後の電子メールでの交信内容に基づいて作成した

まず、日本とは大きく異なる英国の鉄道市場構造の概略を説明する。1993年に英国国鉄は分割民営化された。その際、1991年に策定された欧州指令（EU Directive）に従って、上下分離とオープンアクセスの2つの方針のもとで分割民営化が行われたのである。上下分離とは、運行を行う鉄道事業者とインフラとしての線路管理者を分離するという考え方である。オープンアクセスとは、インフラとしての線路へのアクセスを自由に誰でも参入できるようにするという考え方だ。その結果、インフラとしての線路はネットワークレイル社（Network Rail 社）が英国全土を一括して管理し、一方で列車の運行は、複数の列車運行会社（TOC=Train Operating Companies）が路線別に運行管理を行うという形態になった。

そして車両は3つの銀行系リース会社が保有し、それを列車運行会社にリースし、運行会社は列車リース料を払う。同時に列車運行会社は、線路を管理しているネットワークレイル社にアクセスチャージ料（路線使用料）を払って列車を運行するのである。

英国同様に日本も国鉄が分割民営化されたのだが、上下一体のまま地域別に分割されたために、運行管理と線路管理は同じ会社が行っている。ここが日本と英国で大きく違うところだ¹⁹。日本の民営化は成功例と称されることが多い。しかし英国では、分割民営化後、重大事故が多発したために「民営化の失敗例」と言われた。銀行系リース会社は老朽車両の置き換えに意欲を持たないために、車両への慢性的な投資不足が起これそれが重大事故の原因であると指摘された。そのような中で英国運輸省は、日本の鉄道の高い信頼性と安全性に関心を持ち、日本側にアプローチしてきたのである。日立の英国鉄道プロジェクトは、そのような背景のもとで始まったのである。

その後の日立の受注は2つのフェーズに分けて考えることができる。

2005年にクラス395と呼ばれる高速車両174両の製造と保守の受注に成功したのが第1フェーズである。これは、ロンドンとドーバー海峡トンネルの入り口手前にあるアッシュフォードを結ぶ延長約100キロの高速鉄道（CTRL Channel Tunnel Rail Link）である。これは当初の運行予定よりも6か月も早い2009年6月に運行を開始した。納期の遅延が常態化している英国で、納期の遵守どころかむしろ先行営業を実現したのであるから大きな話題となった。また、2009年と2010年の記録的な大雪の中で、大部分の列車が運休した中で、クラス395は運行を継続できたために、その信頼性は高い評価を得た。

その後の第2フェーズでは、2012年7月には主要幹線向け車両596両の製造と27年半にわたる保守事業の一括受注に成功した。これは都市間高速鉄道計画（IEP: Intercity Express Programme）と呼ばれ、ロンドンから西部へ延びるウェスタン・メイン・ライン

¹⁹ ちなみに欧米諸国は英国と同様に、上下分離方式を採用しており、運行管理と線路管理は分離されている。例えば米国のアムトラックは列車運行会社である。一方で、アジア諸国は日本同様に上下一体型が多い。しかし近年日本でも地方鉄道再生のために「上下分離方式」が広がり始めた。2008年施工の「改正地域公共交通活性化・再生法」に盛り込まれた。自治体が車両や線路を保有し、事業者は運行に専念する形態。例えば京都府と兵庫北部を走る北近畿タンゴ鉄道（KTR）は、2015年4月から「京都丹後鉄道」として上下分離方式で再出発した。

(約300キロ)と北東部に向かうイースト・コースト・メイン・ラインを走る老朽車両を置き換えるものであった。IEPプロジェクトがクラス395のプロジェクトと大きく違うのは、日立はファイナンスにまで深くかかわったという点にある。

日立は、アジリティ・トレインズという名称のリース会社機能を果たす特別目的会社を設立した。日立は、特別目的会社の筆頭株主としてリース業を行い、車両を供給し、保守事業も行った。更に特別目的会社のプロジェクトファイナンスも日立自身を中心になって行ったのである。このような形態がとられた背景には、銀行系リース会社は車両更新の意欲が低いために、英国政府がPPP（パブリック・プライベート・パートナーシップ）の形態を採用したことがあった。

日立が英国市場に参入するに際しては、高速鉄道に対する考え方に日本と欧州で違いがあったために、欧州思想にあわせなければならなかった。特に高速鉄道の運行にとって最重要課題ともいえるべき安全思想に違いがあり、その違いは車体構造に影響を及ぼした。日本の新幹線の完成度がいくら高いとはいえ、日本の構造をそのまま英国に持ち込むことはできず、欧州用に合わせなければならなかったのである。

例えば日本の新幹線は専用線で建設をし、しかもATC（自動車両制御装置）等の信号システムで安全を担保しているため、車両同士の正面衝突は考慮していない。そのために車両は軽量で車両にかかる圧縮荷重も少ない構造を採用している。他方、欧州の鉄道は在来線を活用して高速線を建設したため、車両同士の正面衝突もあり得る前提で車両構造を設計している。

重要な点は、このような安全思想が抽象的なレベルではなくて遵守すべき具体的ルールとして、欧州のTSI規格（Technical specification for interoperability, インターオペラビリティの欧州技術仕様）に具体的に規定されているという点にある。例えばTSI規格では4つの衝突シナリオが想定されており、それぞれのシナリオについて対処方法が規定されている。その1つとして例えば40km/h同士で正面衝突した場合、運転手と乗客の命は守られるように、先頭部、車両間に衝突吸収装置の設置が義務付けられている。その結果欧州の車両は、日本のそれに比べて車両にかかる圧縮荷重は大きく、丈夫な構造になっており、約15%程度重くなっている。

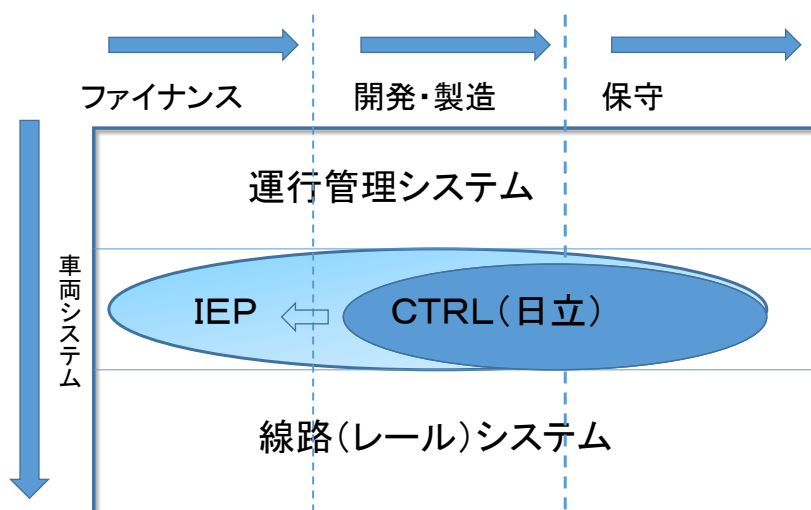
4. 2 英国高速鉄道システムのアーキテクチャ

英国高速鉄道への参入に際して、日立が採用したパッケージングを考えてみたい。まず機能軸をみてる。インフラとしての線路、車両、運行管理の3つの機能階層のうち、既に線路と運行管理の機能を英国は有している。線路は在来線を活用し、列車の運行会社は既に存在するからだ。それゆえに英国への鉄道輸出とは、既存の線路と運行管理システムの間には挟まれるような形で、車両のみを老朽車両から新型車両へ置き換えるということの意味する。これはクラス395であれIEPであれ同じだ。

他方、プロセス軸でみると、クラス395とIEPでは事情がかなり異なる。受注

金額台数は違うのだが、車両製造プロセスと保守プロセスをまとめて受注したという点では、両者とも同じだ。しかし、クラス395では日立はファイナンスには関与していないのに対して、IEPではリース業を行う特別目的会社を日立自らが主導して設立し、プロジェクトファイナンスも自社で行った。つまり、クラス395は従来のビジネスモデルの延長線上であるのに対して、IEPではプロセス軸の全てを日立はパッケージの対象にしたのである。そのために、従来の車両提供型ビジネスモデルからリース業というサービスまでを行うビジネスモデルへと、日立は自社の業態を進化させたのである。このような日立の輸出戦略の進化を、パッケージングからみると図表6-9のように図示できる。

図表6-9 英国高速鉄道のパッケージング



既に存在している線路(レール)と運行管理機能の間で、車両のみを置き換えるのだから、日立は幾つかのインタフェース問題に直面した。第1に既に述べたように、欧州規格に準拠させなければならないという課題である。そのために欧州規格に合致したブレーキや、車輪、信号などの部品を採用しなければならなかった。特に、欧州域内直通運転のために信号インフラを共通化することを欧州は目指しているために、信号システムをそれに合わせなければならなかった。日本メーカーは欧州規格に準拠した部品を作っていないために、欧州サプライヤーの部品を使わざるを得なかった。そのために欧州サプライヤーの部品を使いながら、どのようにして日本水準の品質を維持してゆくのが重要な問題として台頭した。日立は欧州サプライヤーに対して技術指導を行うことでこの問題を克服した。

第2に、問題が生じたときに問題個所の切り分けが難航するという課題が生じた。例えば時刻ダイヤどおりに運転できなかった場合、その原因は運転手にあるのか、車両なのか、あるいは地上サイドにあるのか、大きくわけて3つの可能性が存在するが、起因する箇所を特定することは容易ではない。これが日本のように、JRが3つの機能全てを一括して集中管

理しているのであれば、問題個所の特定はそれほど困難ではない。アーキテクチャに起因するこれらの問題を、日立は解決しなければならなかったのである。

5 鉄道システムの海外展開にむけたパッケージ戦略

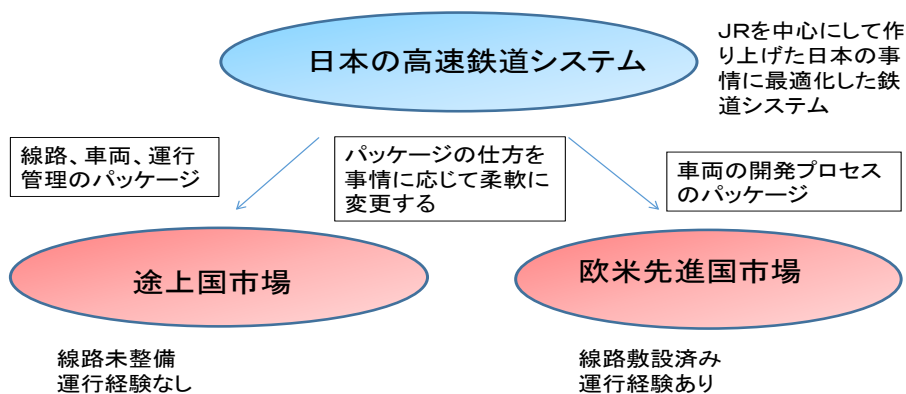
ここでは、台湾と英国の事例をベースにしたうえで、鉄道インフラの海外展開に向けたパッケージ戦略を考えてみたい。その際、鉄道システムという大きな観点と車両メーカーの観点という2つの観点から議論する。

5.1 カスタマイズド・パッケージ戦略

台湾と英国のアーキテクチャ分析からわかることは、一口にパッケージ型インフラの海外展開と言っても、相手国の事情によってパッケージングの仕方を変えなければならないということだろう。一言で言うならば、線路が敷設されておらず運転経験の乏しい新興国向けには、3つの機能階層全てをパッケージで展開する考え方が相手国の事情にも合致しており合理性が高い。

一方で、欧米先進国へ展開するにはこの戦略は少し無理がある。英国の例が示しているように、既に線路は敷設されており運行管理技術も有しているからだ。この場合の海外展開とは、線路や運転管理はそのままにしておき、それに挟まれている車両階層の置き換えを意味する。そのため車両システムのファイナンス、開発・製造、保守という一連のプロセスのうち、どの部分までパッケージングするのかという判断が問われる。フル・パッケージに必ずしもこだわるのではなくて、このように相手国の事情に合わせて柔軟にパッケージの仕方を変更する戦略を、ここではカスタマイズド・パッケージ戦略と表現した。図表6-10は、カスタマイズド・パッケージ戦略に基づいた高速鉄道の輸出戦略を概念的に図示したものである。

図表6-10 高速鉄道のパッケージ戦略



5. 2 車両のアーキテクチャ：インテグラル型かモジュラー型か

車両に関して言えば、他産業で行われてきた製品アーキテクチャの議論がほぼそのままの形であてはまる。ということは、他産業から得られた知見の適用可能性も高いということの意味する。既に述べたように、国内市場はJR等の鉄道事業者の力が強く独自仕様へのこだわりがあるために、鉄道事業者は車両メーカーに対して最適化された特注品を要求する。そのために、国内市場向けの車両はインテグラル型が主流である。だがインテグラル型はコストがかかる。そのため国内の車両メーカーは豊作貧乏に陥りがちである。

それに対して欧州を中心とした海外市場では、用途ごとに標準となる幾つかの車両を定めそれらを適宜シリーズ展開するという考え方だ。これによって開発・製造・保守の効率性を高め、コスト競争力を高めるという狙いである。どの程度モジュール化が実際に実現できているのかは十分明らかではないが、しかし少なくとも意図の上では、車両のモジュール化をすすめようとしている。既に述べたMODTRAINプロジェクトがモジュール化を目指した典型的なそれだ。

このように国内市場と海外市場では車両への要求が異なるために、日本の車両メーカーは、国内市場と海外市場を分けて異なる製品戦略を打ち出している。例えば日立は、国内市場向けにはJR等の鉄道事業者の要求に最適化した車両を一品で作っている。他方、海外市場向けには既に述べたように、グローバルA-trainというコンセプトのもとで、標準車両をシリーズ展開する方針を採用している。現状はこのように、国内市場と海外市場には乖離が存在しており、携帯電話で指摘されたガラパゴス化と同じ現象が高速鉄道でもみられるのである。

日本の車両メーカーは今後どうすればいいのであろうか。それを考えるためのポイントは、日本の車両メーカーが提供する高度な信頼性は海外市場でも差別化要因になりうるのか、あるいは単なる過剰仕様に過ぎないのかという点にある。

日本の新幹線とアルストムやシーメンスの提供する高速車両は、最高時速など性能ではほとんど差はない。ともに営業最高時速320キロを実現している。それゆえに日本メーカーと欧州メーカーの違いは、一言で言うと故障など信頼性の違いと言って良いだろう。しかし問題は、品質や信頼性は性能や機能と違って、誰にでもわかるような形で可視化することは難しく、差別化要因として顧客を説得しにくいという点にある。それゆえに、信頼性という評価基準をどのようにして差別化要因にし、競争力に転化するのかという仕組み作りが求められるのである。

(謝辞) 日立製作所の鈴木學氏には、商工会館での講演に加えてその後の電子メールでの交信で、鉄道システムに関して色々ご教示賜り大変お世話になりました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 真子和也「鉄道インフラの輸出—新幹線を中心に」『総合調査「技術と文化による日本の再生」
- 若松勝（2012）「鉄道システムのモジュール化に関する動向」『鉄道総研報告』Vol.26, No.10, pp.47-52.
- 平野雄一・土橋喜「世界の高速鉄道需要と日本の輸出商戦（1）（2）」
- 佐藤信之（2015）『新幹線の歴史—政治と経営のダイナミズム』中公新書
- 鈴木 學「イギリスへの鉄道事業の輸出」（2015年2月13日 商工会館主催 産業と技術の比較研究会での講演パワーポイント資料）
- 台湾交通部高速鉄路工程局「台湾南北高速鉄路建設計量」（2015年3月4日 交通部高速鉄道局での説明用パワーポイント資料）

WEB

○経団連のインフラ輸出レポート

「インフラ輸出の競争力強化を図り、わが国の成長につなげる」

<https://www.keidanren.or.jp/policy/2012/043.html>

○インフラシステム輸出戦略（官邸）25年5月17日

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keikyou/dai4/kettei.pdf>

○鉄道インフラの輸出 —新幹線を中心に—

http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_3533031_po_20120106.pdf?contentNo=1

○インフラ・システム輸出の現状-METI

http://www.meti.go.jp/information/recruit/k_seisaku_gaiyo/downloadfiles/infra02_04.pdf

7. 社会インフラ輸出振興のための提言

日本産業の国際戦略は B2C, B2B, B2P (Public) によって異なる。B2C 産業では後発国に追いつかれるのは歴史の必然のように見えるが、自動車産業のように現在でもグローバル競争に勝っている産業がある。真似されないノウハウ技術、常に一步前に行く技術、総合事業戦略が重要である。

B2B および B2P のような産業では、社会に認められ、貢献する基本理念、事業の基礎である QCDSE (Quality, Cost, Delivery, Safety, Environment) が重要で、日本産業の強みとすべきである。但し Q (品質) は過剰品質ではなく適切な品質が必要である。

技術においては特許化するものとノウハウとするものの仕訳が必要である。特に特殊材料、特殊部品等キーとなる技術のノウハウ化が重要である。国際的な特許戦略、ノウハウ戦略も一段と進歩させる必要がある。多くの産業で改良・改善技術のみに拘ると破壊的イノベーションによって急激な衰退をもたらす。世界の潮流のウオッチ、俯瞰的な観察以外に、予想出来ない突然の変化への対応も必要である。

いずれの産業においても今後のグローバル競争では総合力、トータルソリューション力が必要である。トータルソリューション力をどのような方法で確保するか、M&A を成功させる方法の研究、M&A 以外の方法の研究も必要である。トータルソリューション力では現地化、グローバル人材育成、海外人材活用なども重要である。対象案件、対象国、競争相手によって、総合力・グローバル力のどこに力点を置くべきかを良く見極める経営力が必要である。

B2P ビジネスでは BOT, PPP, PFI などが主流になる。この分野の研究の進化が期待される。B2B, B2P 産業の最も大きな力はマネージメント力である。個別プロジェクトのマネージメント力 (プロジェクトマネジメント) と同時に複数プロジェクトのマネージメント力 (プログラムマネジメント) も開発・強化していく必要がある。

以上の問題提起に基づき、以下に、IT システムと鉄道システムについて、各分野についての各論を展開する。社会インフラ関連の IT システムについて、海外複数国から受注を獲得した事例 (通関システムと飛行経路設計システム) について分析した。2 つの事例の共通点は、

- ① インフラ連結性の観点で国際的な方式調整が必要な分野であること
- ② 同分野について国際機関により広域の整備目標時期が合意されていること
- ③ 同分野について制度・人的能力などの観点で後進国において受注していること

である。「社会インフラ」と呼ばれる分野には、鉄道・航空・電力など複数国間の連結性が重要になる分野もあれば、医療・放送・発電など各国内の標準化は必要だが、他国との制度・技術的な連結性がさほど重要でない分野も存在する。今回の分析で取り上げた 2 事例に共通するのは、インフラ連結性が重要となる分野で、国際機関による広域の整

備目標時期が合意されたことが発端になっている点だ。

その目標とは、通関システムの例では ASEAN 経済共同体構想であり、飛行経路設計システムの例では ICAO による CNS/ATM システム構想であったが、いずれも連結性が重視される分野であることから、単一の目標時期までに広域で社会インフラ整備を進めるという合意内容となっていた。しかし、当然ながら合意時点で参加各国の状況は一樣ではなく、設備的な問題以前に制度面・人的能力面で著しく遅れている国にとっては、目標達成は非常な重荷となってくる。そして、この時間的制約が後進国にもたらす「重荷」が、制度整備・人的能力開発と IT システムをパッケージで導入する誘因になっていると考えられる。事実、通関システム・飛行経路設計システムはともに、ASEAN 後発加盟 4 カ国 (CLMV) を中心に受注に成功している。

また、今回の分析で明らかになったのは、開発時点ではカスタムソフトでも、組織により運用され熟成されたカスタムソフトは、パッケージとして輸出可能であることである。

経産省の「平成 25 年特定サービス産業実態調査」によれば、国内ソフトウェア業の年間売上の 86%を「受注ソフトウェア」（特定のユーザーからの受注により新たに開発・作成するオーダーメイドのソフトウェア、以下カスタムソフト）の開発が占めている。日本の IT サービス・ソフトウェア産業の国際競争力の低さ、特に海外売上比率の低さは、日本のユーザー企業がカスタムソフトを偏重する傾向に国内 IT 企業が安易に追従し、結果として輸出対象になりにくいカスタムソフトの売上に頼る体質になったためだと言われる。しかし一方では、日本では生産性の高い企業ほどカスタムソフトを採用する傾向があり、日本組織固有の業務・ノウハウの強みを発揮する上で、パッケージソフトよりもカスタムソフトが有利に作用している可能性を指摘する先行研究もある。

今回分析した事例では、特殊な業務分野において短期間で業務プロセスを稼働させる上では、日本式の制度整備・人的能力開発と熟成されたカスタムソフトの組み合わせに、欧米のパッケージソフトにはない独特な強みがあることを、CLMV 諸国が評価した可能性はある。従来日本の IT サービス・ソフトウェア産業の「弱み」といわれたカスタムソフトを、制度整備・人的能力開発をパッケージすることで、国際市場で戦う上での「強み」に変えることができるのかも知れない。

次に高速鉄道システムについて、言及する。まず、鉄道インフラ輸出における競争条件を検討した。鉄道インフラの B2P ビジネスにおける日本勢の抱える課題を整理する SWOT 分析から出発し、基本的な課題は既に指摘されているように、①国ぐるみ一体セールス、②国際規格への対応、③パッケージ化の 3 点であるという認識に変更はないものの、「日本の強みが価値として認知されるためには工夫が必要であること」、強みと脅威の組合せ分析から「日本の強みは高信頼性にあるが、価格が高く競争者の低価格攻勢に耐えられない可能性があること」、「日本の弱みとしてリストアップされる事柄は構造的で解決が容易ではない」といった課題から、ガラパゴス的に発達した日本の高度な鉄道システムを「良い

ものとして高く売る」ことは可能かという問いを掲げて分析をスタートした。これは別の言い方をすれば、如何にインフラ導入側の「安物買いの銭失い」を回避させるかという問いでもあった。

「安物買いの銭失い」と「賢いユーザー」を包括的に記述するモデルを提示するとともに、「安物買いの銭失い」の典型例と解釈できるウクライナ高速鉄道計画、逆に「賢いユーザー」の典型例と解釈できる英国運輸省の CTRL/IEP 計画を中心とした 5 事例分析を実施した。事例分析から示唆されたことは、「安物買いの銭失い」は

- ・プロバイダーの履歴（故障やトラブル）に対する調査不足と実証試験の省略
- ・予算の限界から起こる、初期投資額の許容レベルの低さ
- ・悪質プロバイダーの焼畑農業的な売り込み姿勢

から起きており、逆に「賢いユーザー」はこの逆の行動をとっていることが特徴であった。一方、日本勢として導入先の「安物買いの銭失い」を積極的に防ぎ、自らのポジションを有利にしていくための示唆としては、

- ・日本の高品質・高信頼性を国内オペレーターと共同で評価可能な形式で提示すること
- ・日本の技術的優位を国際規格に反映させてガラパゴス化を最小化すること
- ・品質・信頼性を導入者が比較可能とする情報データベースを整備し提供すること
- ・パフォーマンス基準のインセンティブ契約等の契約形態の工夫を行い、安物買いが発生した際にも、インフラ導入者を積極的に保護するスキームを提供すること
- ・初期投資額を低減するためのファイナンス・スキームを開発し提案していくこと

などの点であった。

次に、日本の鉄道技術が本当に高いかどうかを確認するために、特許分析の結果について述べる。日本企業が、鉄道分野において高い技術力を有していることは特許分析からも明らかである。国内市場においては圧倒的な顧客である JR および鉄道総研を中心とした共同開発の体制を構築し、各社がある程度の役割分担をしながら、高い技術力を維持してきたものと考えられる。しかし、海外への事業展開を次のターゲットとして考えると、日本企業の特許戦略はかなり遅れていると言わざるを得ない。鉄道事業会社に対して海外への事業展開に関する意識を高めるよう期待するのは難しいかもしれないが、メーカーサイドにおいてもそのような意識を高く持っているのは、日立製作所以外にみあたらない。従来、日本のメーカーが相互補完的な技術開発を行ってきたという見方が正しいとするならば、日立 1 社で海外事業すべての技術分野をカバーするには時間がかかるのではないだろうか。また、各社の海外出願比率があまり高くないのは、そもそも顧客の立場で共同開発の主導権を持ち、共同出願特許の多くをコントロールしているであろう JR が、海外出願のニーズと意識を持たないことが原因ではないか。一般的には、日本でもバイ・ドール特許の導入によって、国の委託開発の成果を民間が保有することが可能となり、民間の特許出願や産業応用のインセンティブと意識が高まったと認識されている。鉄道技術分野において JR は公的な色彩を強く残す事業体であり、その委託開発等の成果についても、バイ・ドール特許の精神

にのっとり、積極的に民間企業に承継させることが、国際事業展開にとっても有益である可能性があるだろう。

最後に、鉄道システムの海外展開にむけたパッケージ戦略について考察した。すなわち、台湾と英国の事例をベースにしたうえで、鉄道インフラの海外展開に向けたパッケージ戦略を考えた。鉄道システムという大きな観点と車両メーカーの観点という2つの観点から議論した。

台湾と英国のアーキテクチャ分析からわかることは、一口にパッケージ型インフラの海外展開と言っても、相手国の事情によってパッケージングの仕方を変えなければならないということだろう。大胆に言うならば、線路が敷設されておらず運転経験の乏しい新興国向けには、機能階層全てをパッケージで展開する考え方が相手国の事情にも合致しており合理性が高い。

一方で、欧米先進国へ展開するにはこの戦略は少し無理があるだろう。英国の例が示しているように、既に線路は敷設されており運行管理技術も有しているからだ。この場合の海外展開とは、線路や運転管理はそのままにしておき、あくまでも車両の置き換えにとどまる。そのために車両階層を対象にしたファイナンス、開発・製造、保守という一連のプロセスのうち、どの部分までパッケージングするのかという判断になる。フル・パッケージに必ずしもこだわるのではなくて、このように相手国の事情に合わせて柔軟にパッケージの仕方を変更する戦略を、「カスタマイズド・パッケージ戦略」と表現した。

車両に関して言えば、他産業で行われてきた製品アーキテクチャの議論がほぼそのままの形であてはまる。ということは、他産業から得られた知見の適用可能性も高いということの意味する。周知の通り、国内市場はJR等の鉄道事業者の力が強く独自仕様へのこだわりがあるために、鉄道事業者は車両メーカーに対して最適化された特注品を要求する。そのために、国内市場向けの車両はインテグラル型が主流である。だがインテグラル型はコストがかかる。そのため国内の車両メーカーは豊作貧乏に陥りがちだ。

それに対して欧州を中心とした海外市場では、用途ごとに標準となる幾つかの車両を定めそれらを適宜シリーズ展開するという考え方だ。これによって開発・製造・保守の効率性を高め、コスト競争力を高めるという狙いである。どの程度モジュール化が実際に実現できているのかは不明だが、しかし少なくとも意図の上では、車両のモジュール化をすすめるようとしている。

このように国内市場と海外市場では車両への要求が異なるために、車両メーカーは異なる製品戦略とビジネスモデルを採用している。日本の車両メーカーは、国内市場と海外市場を分けて異なる戦略を打ち出している。例えば日立は、国内市場向けにはJR等の鉄道事業者の要求に最適化した車両を一品で作っている。他方、海外市場向けには既に述べたように、グローバル A-train というコンセプトのもとで、標準車両をシリーズ展開する考え方を打ち出している。

現状はこのように、国内市場と海外市場にはかい離が存在する。携帯電話で見られ

たガラパゴス化と同じ現象が高速鉄道でもみられるのである。問題は日本の車両メーカーは今後どうすればいいのかという点であろう。それを考えるためのポイントは、日本の車両メーカーが提供する高度な信頼性は海外市場でも差別化要因になりうるのか、あるいは単なる過剰仕様なのかという点にある。

日本の新幹線とアルストムやシーメンスの提供する高速車両は、最高時速など性能ではほとんど差はない。ともに営業最高時速320キロを実現している。それゆえに日本メーカーと欧州メーカーの違いは、一言で言うと故障など信頼性の違いと言って良いだろう。しかし問題は、信頼性は性能や機能と違って、誰にでもわかるような形で可視化することは難しいために、差別化要因として顧客を説得しにくいという点にある。それゆえに、信頼性という評価基準をどのようにして差別化要因にし、競争力に転化するのかという仕組み作りが求められるのである。

今回の調査では、社会インフラの中で、高速鉄道を取り上げ、その輸出競争力についての概念整理を行うと共に、台湾と英国への輸出事例を取り上げ、概念と実務との整合性を研究した。今後に残された課題は、鉄道輸出の分析をさらに深化すると同時に、上下水道システム、発電システムの輸出事例を取り込んで、社会インフラ輸出としての普遍化を試みることである。

添付資料

台湾視察出張報告書

<目的>

社会インフラの構築には、GPS 技術や無線タグ技術 (RFID)などの技術の開花により、新展開 が期待されている。

海外展開においては、社会インフラの建設と運転技術をパッケージで提供することにより、日本の社会インフラの輸出競争力が高まる議論もあります。これに加えメンテナンス技術もパッケージ化することにより、輸出競争力が一層高まることも期待できる。

以上のような点に考慮し、日本の社会インフラ産業の輸出がどのようになるかについての、見通しを得るための研究を実施中。

その一環として台湾高速鉄道プロジェクトと戦前のインフラ建設事業として高い評価が確立している「八田ダム」計画について調査の対象とする。

<参加メンバー>

児玉 文雄 東京大学名誉教授 (委員会座長)
岡松 壯三郎 (一財) 商工会館理事長
柴田 友厚 東北大学大学院教授
鈴木 潤 政策研究大学院大学教授
藤盛 紀明 NPO 国際建設技術情報研究所理事長

<日程>

日 (曜日)	地名(場所)	現地時間	交通機関	予定 (訪問先等)	
3月2日 (月)	羽田空港 台北(松山空港) (Regent) 台北)	12:40 15:50	NH1187 便 タクシー	着後 17:00頃ホテル着 高橋所員と打ち合わせ 台北事所会食 花木副 代表	青葉・中山店

3月3日 (火)	故宮博物館（4名） 蕭萬長前副總統 世正開發股份有限公司	9:40 着 11:00 14:30～	*専用車	9:00 発 専用車 (JTB 台北手配) 理事長ホテル発 (専用車) 蕭萬長前副總統 (理事長) 世正開發股份有限公司 歐晉徳氏	4名のみ 岡松理事長 高橋所員同行
3月4日 (水)	ホテル発 新竹着 新竹発 板橋着 林本源園邸 交通部高速鉄道局	8:30 10:30 14:00 15:00 16:00	*専用車	① BW Lin 教授 ② YC Chang 教授を訪問 ③ 交通部高速鉄道局幹部 ④ 高速鉄道局幹部と夕食	Lin, Chang 両教授と昼食 部内会議室 ホテル内晶華軒 花木氏、高橋氏
3月5日 (木)	台北駅発 → 台南駅着 (高雄漢来大飯店)	7:36 9:21	新幹線 *専用車	山口次長出迎 ① 許氏授与式出席 ② 奇美博物館 ③ 八田ダム・水利会 ④ 高雄市政府と会食	漢来大飯店
3月6日 (金)	高雄市政府 高雄駅発 台北駅着 黄茂雄氏 (Regent 台北)	9:00 10:30 13:00 15:00 16:00	*専用車 新幹線 *専用車	① 高雄市政府関係者と意見交換 ② 黄茂雄 東元電機会長	通訳有 花木副代表 高橋所員同行
3月7日 (土)	ホテル発 旧総督府見学 空港着 松山空港発 羽田着	8:30 11:30 13:30 17:30	*専用車 NH1186 便	市内見物後空港へ	

3 具体的調査活動

I 台湾高速鉄道

- ・取材元：蕭萬長前副總統、世正開發股份有限公司 歐晉徳 資深顧問
黄茂雄 東元電機会長

・概要：

① 蕭萬長前副総統 (3月3日 午前11時～)

- ・台湾新幹線の当初の出資者のシェアは大きくなく政府が金を出している。立法院も台湾新幹線の経営に干渉しており、国民も否定的な印象を持っている。2008年にJALが破産したのと同じような状況（運行を維持しなければならないし、大きすぎて潰せない）ではないかと思う。
- ・運営コストの70～80%は銀行からの借り入れ。BOTで運営期間35年間は短すぎる。毎年原価償却の負担も大きいため、政府は運営期間を35年から70年にしようとしている。私は70年なら大丈夫だと思っている。
- ・当初の5人の出資者はもっと出資する必要がある。資本金の40%を減資し、公開入札で出資者を募る予定。この案はまだ立法院で議論が行われており、タイムリミットは4月末。
- ・台湾新幹線に投資している人々は、政府の支援がないと不満を述べているが、政府は経営に関与しており、基金から出資するなどサポートしている。本件は議会で政治マターになっている。
- ・台湾新幹線は春節には一日に23万人が利用した。台湾新幹線は安全、効率、サービスの質など **Operation** は優れているが、運賃は政府・立法院が決めているので、値上げにはなかなか同意されない。
- ・東南アジアなどに輸出していくためにはコストカットが必要になる。台湾新幹線は金融面での問題があるが、運営開始から8年たち、運営自体はうまくいっていることをわかってほしい。
- ・今回前社長の歐晉徳氏の話聞くのは、大事。彼は政府に無理やりクビにされた (**forced to resign**)。高鉄の事情は良く知っている。

<高鉄以外の発言で参考になるもの>

- ・第4号原発問題：ほとんど完成しているが、福島事故を見て、日本の様な先進国でさえあのような事故が起こったではないかと、国民は反対している。 運開は難しいと思う。
- ・映画「KANO」：あの映画の舞台の嘉義は、自分の郷里。そこには蕭萬長記念館がある。

② 世正開発股份有限公司 歐晉徳氏 (前台湾高鉄 社長)

(4月3日午後2時30分～)

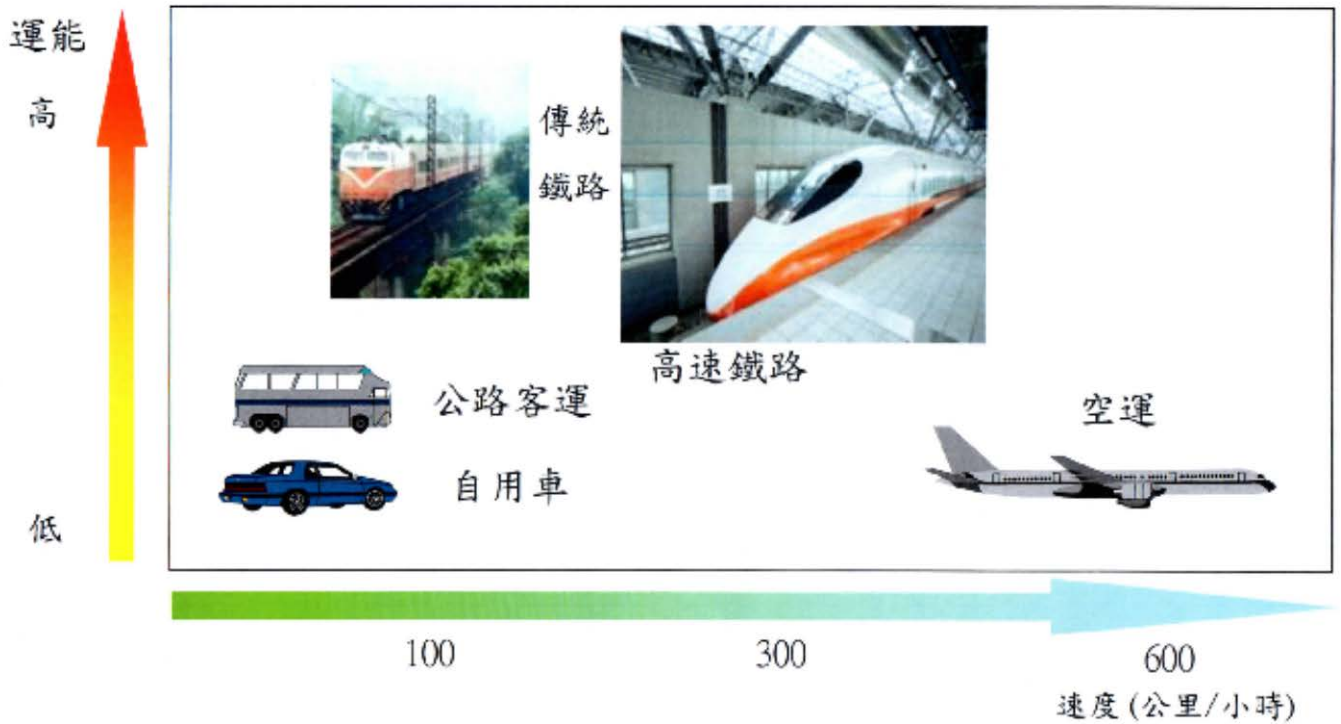
一年前まで7年間社長を務めた人物

自分は、蕭萬長副総統(当時)の推薦で社長になった

- 台湾の人口の94%は西側に住んでいる。そこに高鉄構想
台北＝政治経済の中心、高雄＝重工業が集中、台中＝教育・学校
新竹＝サイエンス・パーク(30年前から)
- 2000年に着工、2006年末完成、2007年1月7日に運開
- 基本的構想；台北－高雄間
一般道；8-10時間、高速道路；5-6時間、鉄道；5-8時間、
飛行機；70分、高鉄：90分
- 高鉄は速さでは飛行機に適わないが、輸送量×時間では凌ぐ

* 次図参照

各種運輸工具の速度與運能



* 開發計畫；

1986年 構想スタート

1990年 準備事務所発足 最高責任者 行政長官

歐晉徳氏は当時、高速道路管理局長

既存の高速道路は混雑激しいので、二本目の高速道路か高速鉄道かの議論

高鉄は建設費用が高く国家予算取れず

しかし、国の予算なしで高鉄が自ら資金を集め、BOTなら造っても良いとなった。これについても、財務部（大蔵省）は反対だ

った。 経済建設委員会は BOT でどうかという判断
自分（欧）は「道路（第 2 高速道路）は BOT、高鉄は国の資金で
やるべし」と主張したが認められなかった。
現に破綻のおそれが出ている

- 私見では、韓国に似ている
インドは予算問題で進んでいない
米国は道路が発達しているので高鉄がいかどうか
- 高速道路は造ってあとはメンテナンスの問題
高鉄は造った後のオペレーションが大変
- 高鉄については一認識不足、無知、スピード不要、利用者いないなど
の批判あり
- 計画の段階で国の将来を考えていくべきなのに、高速道路のときも
反対、二本目の高速道路も反対、政治の混乱、社会の反対、騒音問題、
土地買収問題など
既存の交通手段があるので、航空機も反対
- 交通部（運輸省）の企画を尊重—BOT でなくては造れないこと と
なった。 幸い出来てからは評判が良い 今はなぜ民間企業にやらせ
たのかの声が出ているが、当時は仕方なく BOT にした。
- しかし、政府、民間の関係:日本＝政府は協力、台湾＝政府は監督
- BOT 方式は、発電所、旅館とかの先例があって初めてではないが、最
も大きな、BOT Project
- 政府保証 土地買収は政府、駅舎は民間、運営は民間、政府は監
督
- 高鉄 85%は外国人技術者、運行開始時の 58 人の運転手は外人、次第
に減って去年は外人 3 人
- 高鉄の Merit 年に 200 億元 15 年で 3000 億元 ？

CO2 削減効果 180 万トン

- ・日欧混在のメリット・デメリット

車両＝ 欧 重い、日 軽い 問題なし
レール＝スタンダードのものを使っている
唯一違うところ； 切り替えシステム
駅のターンアウト 当初欧システム
日本のはシンプル スピードダウンがいる これは遅延の原因
日本一人の輸送のみなので軽い

- ＊日本の新幹線の輸出の問題点

欧一人 + 貨物の輸送
日一人のみ

- ＊輸出の可能性

コアシステムは日本から もし海外に出るときは日本と連携
アジアに出るとき、台湾は窓口になる

- ・車両の違い 台湾では生産していない

シートだけ台湾製 この企業は欧へ輸出、日本へも輸出している

- ・台湾人のシートの使い方は違うので台湾製が良い

- ・空調システム 日本よりも台湾の空気状況にあった様子

- ・安全システム コアシステムの選定はぎりぎりまで遅れ
建設がスタートした 2 年後に決まった

- ＊韓国の高鉄との比較

韓国が長引いたのは、私見では外国のいいところ学んでやりたいと
いう考えから、台・欧と日のいいところを取り入れた。日本のシステ
ムを選んだのは正しい。

- ＊Parts ーブレーキ・ライニングの国産化を進めることを考えている
ー消耗品で、安全かかわらないものから

*BOTの資金はすべて台湾資本 ほんの一部日立他の日本のメイカーが、Joint Venture

③ 交通局胡局長および高鉄幹部 (3月4日 午後2時～、 夕食会)

- ・2007,1,5 運行開始 当初7駅でスタート
 - ・一日の利用客 2007年 4,3万人 2009年 9万人
 - ・安全運行とサービス面を重視
 - ・高鉄は地域開発、Business operation を狙い、具体的には、いかにして “**One Day Society**”を実現するか!であった
 - ・高鉄は新技術を駆使した
 - ・資金 80% 35年間 政府保証 初めのうちの返済は金利部分、現在は元本+金利
4076億円の予測を上回り 4500~4600億円かかった
不足分は自己資金と融資で補う
20% 自己資金 配当は目下 0%
 - ・2007年から4年間は赤字、2011年からは黒字
 - ・料金 ー一定の範囲内で会社が決める (計算式は契約の中にある)
 - ・建設: 国際入札 品質、時間目標が達成可能な企業を選んだと思う
効率よくやれた
 - ・マネージの苦労としてはコミュニケーションに苦労 当初 外国人が運転 2-3年間は英語を使用 (今は その苦労はない)
 - ・高鉄がフランス・システムから日本システムの切り替えた理由は何かとの問いに高鉄幹部は、「一つは日本システムの方が震災に強いこと、もう一つは、安かったこと。フランス・システムに違約金を払っても日本システムの方が安かった」
-

④ 黄茂雄氏 (3月6日 16時～)

【台湾高鉄への出資の経緯】

当初、国営で建設を予定していた台湾新幹線は、1993年、その予算が立法院で審議された際に、その費用対効果及び財政負担の大きさ、また運営の効率性への不安等が指摘され、建設予算が否決され、BOT方式により建設を進めることとなった。台湾高鉄はこのBOTに参加するために1997年に設立された。

- ・当初、新幹線BOTプロジェクトのビットに参加しようとしたのは、このプロジェクトのもとになった政府のF/S・需要見通し（一日当たり35万人が利用。なお、実際には今日でも利用者数は一日当たり14万人に満たない。）によれば十分利益が見込まれると判断したことが最大の原因。台湾西部は世界でも有数の人口密集地域であり、都市間の距離も345kmと鉄道が航空に対して優位性がある距離であり、また独占事業であるということも魅力的だった。台湾の新幹線は日本より約半額と安いながらも十分ペイできるという判断があった。また、土地が既に政府によって確保済みだったので事業リスクも低いと判断した。
- ・同時に、このプロジェクトは台湾のために役に立つものであり、社会貢献にもなること、また、東元電機の企業イメージ向上にも役立つと考えたことも大きい。実際、自分の義母は96才になるが、いまだに「あなたは東元電機の経営をして会社をよくしてくれたが、私が一番よかったと思ったのはそのことより何より、台湾新幹線に参加してくれたことだ。あなたの子子孫孫もそのことをきっと覚えてくれるでしょう。」と言っている。
- ・参加しようと考えてから決断するまではあまり時間はかからなかった。台湾は日本と違ってトップダウンなので、自分のような経営者が判断すれば行動は非常に速い。5社でコンソーシアムを組んだが、大陸工程が最大の出資者となり、その次が自分（東元）、残りの3社はそれに次ぐということだが、5社ともそれほど出資額に差はなくほぼ同等。

【BOT 応札の経緯】

BOTには国民党の金庫番と言われていた劉泰英が率いる中華開発が日本新幹線システムを前提にビッドした一方、大陸工程・東元電機・太平洋電線・富邦及び長栄集団の5社から成る台湾高鉄がヨーロッパシステムを前提に参加し、この2社の競争となったが、1998年、当初の予想に反して台湾高鉄が優先交渉権を取得した。

- ・自分たち以外にもう一つ、中華開発という国民党党営と言ってもよい会社がビッド

に参加した。もともと自分は新幹線を入れた方がよいと思ったが、日本企業は国民党政権下では必ず中華開発が勝つと思ったのでそちらと組んで、我々は相手にされなかった。李登輝さんもその当時は中華開発に肩入れしていた。また、大陸工程の殷琪総経理（台湾高鉄初代理事長）は日本に対する親近感があまりない人で、またアメリカで教育を受けた人だったので、ヨーロッパシステムの方が優れていると考えていた面もある。更に、ヨーロッパ企業は仏TGVと独ICEが一緒になって殷理事長に積極的に売り込んでいた。

- ・結果的には中華開発は油断したというか、国民党をバックにつけているので慢心したのかビッド応札金額が高くなり、我々（台湾高鉄）が優先交渉権を取得できた。しかし、優先交渉権を得たが、その後政府側と役割分担について議論する中でどうしても折り合わないところが20項目程度残ってしまった。その処理について政府側と台湾高鉄との間で意見が合わないの、交通部長が出てきて「この問題が合意できないのであれば、台湾高鉄の優先権を取り上げて明日にでも中華開発に交渉権を回す」と言ってきた。その時、自分が深夜に蕭万長行政院長の自宅に乗り込んで、直談判した。もしあそこで蕭万長行政院長の支持がなかったら、台湾高鉄の優先交渉権は取り上げられていたかもしれない。

【日本システムへの転換】

台湾高鉄は1999年、当初予定していたヨーロッパシステムの導入を断念し、代わりに新幹線システムを前提とする形で事業計画を組み替えた。ただし、その過程ではそれまで組んでいたヨーロッパシステムからの違約金請求、またJRとの意見の齟齬等様々な苦労があった。

- ・事業が着手段階になると、今度は当初組んでいたTGV・ICE連合はいろいろと難題をつきつけてきて頭が高くなってきて、高いコストを提示するようになった。そのため、日本から機電システムを入れるように切り替えた。日本新幹線側もようやく我々を相手にするようになって、どうですか、黄さん一緒にできませんかという話になった。そのため、自分が李登輝さんに伺いに行って、日本システムに入れ替えてもよいかどうか、交通部が文句を言わないだろうかという相談をした。最終的には入れ替えていいということになった。その結果、ヨーロッパ連合からは契約違反だと訴えられ、仲裁で違約金をかなり支払った。その後も殷理事長は日本システムをあまり信用していなかったの、ヨーロッパ人のコンサルを使って日本のエンジニアを監督させた。そこで、新幹線システムにいろいろケチをつけるような注文をしたので、JR

をはじめとする日本側と台湾高鉄側とでいろいろな摩擦が起きたことは事実。一方、JRの側も、新幹線はシステムとして完成しているのでどんな細かい部分であっても指一本触れさせないという言い方をし余計に双方の対立が激しくなってしまった。

- ・ 結局、いろいろあって殷理事長が台湾高鉄の理事長職を退くことになり、代わりに自分が高鉄局から欧晋徳氏を呼び寄せた。欧晋徳氏はヨーロッパ人のコンサルを全部クビにして、日本人に全部まかせることにした。それからようやく建設工事がようやくうまくまわりはじめた。

【現在の課題】

- ・ JRシステムを入れることにした際、JRにも出資してもらおうと思ったが、3%とか5%とかしか出さないけれども経営権が欲しいというようなことを言ってきたので断った。現在はシートは台湾製に切り替えているが、本当は冷房設備だって照明設備だって我々東元電機ができるけれども、日本のものに入れ替えると保証しないと認めない。台湾がやっていいのは便所の蓋の取り換えくらい（笑）。モーターのような中核システムには手を触れさせてもらえないので、産業への波及という意味ではほとんどない。日本は新幹線システムを台湾以外の海外に輸出するというが、台湾で起きたことを踏まえてやり方を見直さないと難しいのではないかと。
- ・ 台湾高鉄は新幹線システムをそのまま入れるのではなく、ヨーロッパのいいところを取り入れている。結果的に台湾新幹線でよかったところが日本新幹線にも逆輸入されているところもある。日本新幹線が何でも最高ということではない。
- ・ 今は交通部が、大臣が頭越しにうちの会社が倒産すると風説を吹き流している。世界中のどこに自国の会社が倒産すると言ってまわる官庁がありますか。つぶして何の得になるのか。そもそも現在経営状況が悪いのは、当初の政府による需要予測が高すぎたことが最大の原因であるし、他にも政府の要請で大幅な高齢者割引をしたり、また、地震・災害復興のための運送は無料で実施する等させられている。そういう点を考慮すればむしろ政府が我々にその分の損失を補てんすべきだということで今仲裁を求めている。台湾高鉄の運営はうまく行っており、問題は特別株（実質的には転換社債）の償還問題だけ。ただ、新幹線が本当につぶれたら、国民党政権もつぶれますよと自分は言っている。それほど、台湾新幹線は台湾社会に重要な役割を果たしている。

II 国立精華大学・科技管理学院

College of Technology Management (CTM), National Tsing Hua University

BW Lin 教授、YC Chang 教授と面談

概要：

2000年に、台湾で初めてのこの種の大学院として創設された。国立精華大学が持っている理学と工学の強みを十分に生かして、大学が持つ企業との連携とマネジメントのカリキュラムとを統合することを目的としている。

C T Mは、インターディシプリンなビジネススクールとして、高いアカデミック・スタンダードに合致する65名の専任の教授陣を有しており、1,400名の学生(900人の学部学生と500人の大学院学生)が在籍している。

教育の内容：

学部教育は、経済学科、計量会計学科、技術経営と技術のダブル専攻の3学科で構成されている。

修士課程は、経済学専攻、計量会計学専攻、技術経営専攻、科学技術のための法律学専攻、サービス・サイエンス専攻の5つの専攻からできている。

博士課程は、技術経営研究科と経済学研究科の2つである。

専門教育プログラム：

エグゼクティブMBA：このプログラムは、技術経営学部に設置され、職業人をパート・タイムで教育するプログラムである。このプログラムは、企業の経営者を対象として、国立精華大学の技術経営学部のなかの社会人教育のプログラムとして、1999年に創設され、12年間続いており、同学部の最古のプログラムで、すでに、300人以上の卒業生を輩出し、世間から高い評判を勝ち取っている。

MBAプログラム；

2007年に開講し、60名の学生が在籍している。このプログラムは、台湾での高い地位を得ているのみならず、北京の精華大学と連携し、毎年、多くの学生と教授陣が活発に交流している。

国際MBAプログラム (International MBA)：

この国際プログラムは、フルタイムで2年の国際プログラムである。すべてのコースは、英語で教授され、学生の出身国は、26ヶ国に及んでいる。

Ⅲ 八田ダム、水利会

2015年3月5日

台湾嘉南農田水利会・公開室主任 鐘美貞 (Ms. Chung Mei-Chen) 氏ほかスタッフ数名

1 ダムの概要

- 烏山頭ダム (通称：八田ダム) は日本による台湾統治時代の1920年に着工し1930年に完成した、嘉南大圳 (嘉南平原の灌漑システム) の重要な設備の一つである。1936年に米国でフーバーダムが完成するまでは、世界最大のダムであった。
- 烏山頭ダムは官田溪の上流をせき止めており、堰堤長は1273m、高さは56m、構造はセミ・ハイドロリックフィル (玉石や粘土、礫、石塊などを主に用いる「重力ダム」で、コンクリートは堰堤の中央部にわずかに使われたのみ。土砂は最終的には970万立方メートルが使用された) で、地震に強く土砂が堆積しにくい構造として採用されたとされている。
- ダムの建設にあたっては当時、日本初の「重機」(スチームショベル) を米国から輸入し、また土砂の運搬用には堰堤上に線路を施設し、日本製の小型機関車に加えてドイツから蒸気機関車12両を輸入して使用した。スチームショベルは、当時400万円もする最先端の高価な機械であったが、烏山頭ダム竣工後には基隆港の建設などにも活用されている。
- ダム建設と同時に、隣接する曾文溪から直径9m、長さ3,100mの導水トンネルを掘削し、水源不足問題に対応している。工事初期の1922年に導水トンネル掘削現場で天然ガスの噴出による爆発事故が発生し、50名の死者が出ている (工期全体での殉職者数は合計134名)。
- なお、1974年には曾文溪のさらに上流に曾文ダムが建設され、導水トンネルおよび烏山頭ダムへの土砂の流入抑制に貢献している。
- 総工事費 (決算額) は当時の金額にして約5,400万円 (現在の価値に直すと約2,500億円) で、このうち2,674万円が国庫補助、残りが地元負担 (勸業銀行からの借入金) で、22年間の償還期限が設定された。(参考：八ツ場ダム建設事業の総事業費は4,600億円を予定)
- 一般的にダムの寿命は50年程度と言われているが、烏山頭ダムは建設後85年を経過しても現役で立派に機能しており (漏水はほとんどない)、メンテナンスがしっかり行われていることがうかがえる。本年中に、小規模な発電設備を増設する予定とのことであった。



2 八田與一なる人物

- 八田與一は、1886年に石川県金沢市の豪農の5男として生まれた。八田家は裕福で、與一は東京帝国大学にまで進学し、1910年に工学部土木科を卒業したのち台湾総督府の土木技師として赴任した。金沢は浄土真宗（一向宗）の影響で「仏前平等」の意識が強く、これが與一の台湾人と日本人を平等に扱おうとする姿勢に影響していると言われている。
- 八田與一の土木技師としての最初の大きな業績は、台湾北西部の桃園台地の灌漑施設（桃園大圳）であった。この工事は1916年に始まり、1924年に完成し、現在も使われている。
- 八田は桃園大圳建設中の1918年ごろから嘉南平原の調査を開始し、濁水溪からの導水と烏山頭ダム、曾文溪からの導水トンネル、総延長1万キロの用水路、6000キロの排水路などからなる嘉南大圳のプランをまとめた。
- 嘉南大圳は施工・運営共に民間事業者（官田溪埤州組合：後の嘉南大圳組合：現在の嘉南農田水利会）の事業の形態をとっている。八田も一旦、台湾総督府を辞職し、組合付きの技師として烏山頭出張所の所長に就任した。
- 八田は技師としての真摯な姿勢を持つと共に、高い決断力と実行力、独

創性を兼ね備えた人物として記憶されている。また台湾人と日本人を差別せず、工員やその家族に対して示した深い思いやりや福利厚生の実施などにより、多くの人から慕われている。嘉南大圳の完成直後には、技師や工員の発起により銅像が製作され、ダムサイトに設置された。

- 八田は嘉南大圳の完成後に台湾総統府に復帰し、各地の事業を手掛けたが、1942年に陸軍省の要請を受けて、南方開発派遣要員としてフィリピンに向かう途中で米国潜水艦の魚雷攻撃を受け56歳で逝去した。
- 八田與一の夫人である外代樹は、嘉南大圳の完成後は台北に住んでいたが、戦況の悪化を受け1945年4月から烏山頭に疎開していた。しかし、終戦の報に接した直後の9月1日に、烏山頭ダムの放水口に身投げして自殺してしまった（動機等の詳細は不明であるが、簡単な遺書が残されていたとされる）。
- 八田與一と外代樹夫妻の合葬墓は、ダムサイトの與一の銅像の後方に建てられており、今回の視察の機会に献花を行った。

3 嘉南農田水利会

- 現在、台湾の米作は国際的にも高い評価を受けているが、そこにはおよそ100年前の日本統治時代に整備された灌漑設備とその運営組織が大きく貢献している。
- 台湾の農業用水は年間120億トンで、養殖や牧畜用を引くと106億トンが灌漑に使われている。全台湾に17ある農田水利会が各地の水を管理しているが、中でも代表的なのは最大の穀倉地帯を管理する嘉南農田水利会である。
- 嘉南平野は現在でこそ耕作地が15万ヘクタールに及ぶ台湾最大の農業地域であるが、台湾南部はもともと冬の乾季の雨量が少なく、嘉南大圳が完成するまではほとんど不毛の荒地であった。またこの地では塩害やヒ素による地下水の汚染も広まっており、住民は貧困と風土病に苦しんでいた。
- 嘉南農田水利会は、烏山頭ダムの着工とおなじ1920年に、地方の有力者が農家を組織して「水利組合」として設立された。国民党政府の時代に入っても、農業用水を管理するこの体制は維持され、1960年代には資金を借り入れて曾文ダムも建設している。1980年代以降は工業が発達して都市化が進み、水利会は政府に協力して生活用水や工業用水も供給するようになった。
- 烏山頭ダムから農地まで最長距離は100キロを超え、嘉南の灌漑範囲は嘉義縣市と台南縣市の7万ヘクタールにおよぶ。途中で水が盗まれない

ように各所で監視する必要があることから、水源から大用水路までは水利会が、中小の用水路は各地の掌水工と呼ばれる係員が担当し、警察と協力して紛争の解決や取り締まりもおこなっている。

- また水利会は、灌漑施設の建設・管理のみならず、八田與一の発案で現在も続けられている3年輪作制（水稻、砂糖キビ、雑穀を3年周期で輪作する）の開発や、農民への技術指導、節水方法の研究開発なども実施してきた。
- 水利会による灌漑と技術指導の結果、1937年にはこの地域の米の生産高が嘉南大圳完成前の11倍になったことが記録されている。また土地価格が上昇し、全体で9,540万円となり、前述の嘉南大圳総工費5,400万円を大きく上回る付加価値がもたらされたとされている。

参考文献

嘉南農田水利会資料、「八田與一技師による嘉南大圳建設」

嘉南農田水利会・沿革：<http://www.chianan.gov.tw/INTintro.aspx>

台湾光華雜誌：<http://www.taiwan-panorama.com/jp/index.php>

片倉佳史、「八田與一・嘉南大圳を築いた水利の匠」、『日本人、台湾を拓く』、まどか出版編

以上